



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN EL CASERÍO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL
CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERÍO
CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ**

Jose Roberto Chocooj Iten

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, mayo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN EL CASERÍO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL
CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERÍO
CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

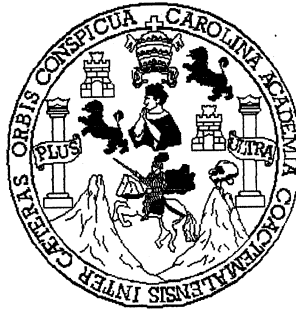
JOSE ROBERTO CHOCOOJ ITEN

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN EL CASERÍO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL
CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERÍO
CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre 6 de 2008.



Jose Roberto Chocooj Iten.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 28 de abril de 2009.
Ref.EPS.DOC.649.04.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

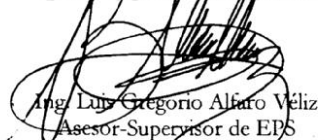
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Roberto Chocooj Iten** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199910986**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERIO CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

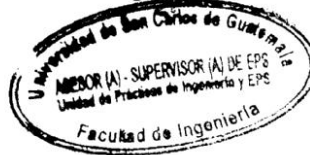
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Dá y Enseña a Dá"


Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
LG-AV/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de abril de 2009.
Ref.EPS.D.245.04.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

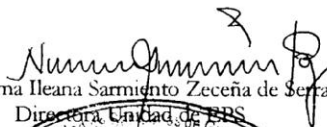
Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERIO CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Roberto Chocooj Iten**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
6 de mayo de 2009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERÍO CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Roberto Chocooj Iten, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

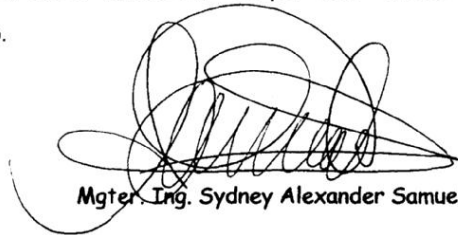
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante José Roberto Chocooj Iten, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERÍO CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, mayo 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref DTG.136.09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO SAMELB 1, DRENAJE SANITARIO DEL CASERÍO CHIJULJA Y DRENAJE SANITARIO EN EL CASERÍO CHIMXPOP, EN EL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ,** presentado por el estudiante universitario **José Roberto Chocooj Iten**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz **Rojas**
Decano



Guatemala, mayo de 2009

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Poder superior que me guió durante el desarrollo de mi vida universitaria hasta convertir un anhelo en realidad.
- MIS PADRES** Byron Arnaldo Chocooj Leal
Blanca Eliza Iten Arriaga
Con amor y agradecimiento, pues gracias a sus esfuerzos y sacrificios estoy alcanzando otra meta más que compartimos.
- MIS HERMANOS** Juan y Byron.
- MI FAMILIA EN GENERAL** Con afecto por su apoyo incondicional.
- MIS AMIGOS** A todos y cada uno gracias por compartir su amistad y confianza.
- LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	IX

1. FASE DE INVESTIGACIÓN: MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1 Aspectos geográficos del municipio y de las comunidades	1
1.1.1 Límites y localización	1
1.1.2 Vías de comunicación	1
1.1.3 Topografía	2
1.1.3.1 Tipo de suelo	2
1.1.4 Aspectos climáticos	2
1.1.5 Hidrografía	3
1.1.6 Flora y fauna	3
1.2 Aspectos socioculturales comunitarios	4
1.2.1 Población	4
1.2.2 Grupos étnicos	4
1.2.3 Idioma	5
1.2.4 Religión	5
1.3 Infraestructura	6
1.3.1 Accesos y vías de comunicación	6
1.3.2 Servicios	7
1.3.3 Condiciones sanitarias	7

1.4 Aspectos Económicos	8
1.4.1 Producción Agrícola	8
1.4.2 Producción Artesanal	9
1.4.3 Ganadería	9
1.5 Principales necesidades de las comunidades	10

FASE DEL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAMELB 1, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ

2.1 Descripción del proyecto	11
2.1.1 Localización del terreno	12
2.2 Criterios y bases de diseño	13
2.2.1 Dotación y tipos de servicio	13
2.2.2 Tasa de crecimiento poblacional	14
2.2.3 Periodo de diseño y población futura	15
2.2.4 Factor de consumo y caudales	16
2.2.4.1 Caudal medio diario	17
2.2.4.2 Caudal máximo diario	17
2.2.4.3 Caudal máximo horario	19
2.2.5 Calidad del agua y sus normas	20
2.2.5.1 Examen bacteriológico	20
2.2.5.2 Análisis físico y químico	21
2.3 Levantamiento topográfico	21
2.3.1 Planimetría	22
2.3.2 Altimetría	23
2.4 Diseño hidráulico del sistema	23
2.4.1 Tipos de tuberías	23

2.4.2	Diámetros de tuberías	24
2.4.3	Coeficiente de fricción	24
2.4.4	Presiones y velocidades	24
2.4.5	Volumen de almacenamiento del agua	24
2.4.6	Desinfección del agua	26
2.4.7	Red de distribución	28
2.4.7.1	Caudal de diseño	29
2.4.7.2	Presión estática en la tubería	29
2.4.7.3	Presión dinámica en la tubería	30
2.4.7.4	Línea piezométrica	30
2.4.7.5	Verificación de velocidades	31
2.4.7.6	Descripción de la conexión domiciliar	31
2.5	Cálculo hidráulico	33
2.6	Programa de operación y mantenimiento	37
2.7	Propuesta de tarifa	41
2.8	Evaluación de Impacto Ambiental	42
2.9	Evaluación socioeconómica	47
2.9.1	Valor Presente Neto (VPN)	47
2.9.2	Tasa Interna de Retorno (TIR)	49
2.10	Presupuesto	52
2.11	Cronograma físico y financiero	62

3. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO PARA LOS CASERÍOS DE CHIJULJA Y CHIMXPOP, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ

3.1	Descripción del proyecto	63
3.2	Levantamiento topográfico	63
3.2.1	Planimetría	64

3.2.2 Altimetría	65
3.3 Criterios y bases de diseño	65
3.3.1 Dotación	66
3.3.2 Periodo de diseño	66
3.3.3 Población futura	67
3.3.4 Factor de retorno	69
3.3.5 Cálculo de caudales	69
3.3.5.1 Caudal domiciliar	69
3.3.5.2 Caudal de conexiones ilícitas	69
3.3.5.2.1 Coeficiente de escorrentía	70
3.3.5.2.2 Intensidad de lluvia	71
3.3.5.3 Caudal de infiltración	71
3.3.5.4 Caudal de diseño	72
3.3.5.4.1 Factor de caudal medio	72
3.3.5.4.2 Factor de Harmond	73
3.3.6 Velocidades máximas y mínimas de diseño	73
3.3.7 Pendientes máximas y mínimas	74
3.3.8 Relaciones hidráulicas	75
3.3.9 Cotas Invert	77
3.3.9.1 Detalle de cotas invert	77
3.3.10 Diámetro de tuberías	77
3.3.10.1 Profundidad de la tubería	78
3.3.11 Pozos de visita	78
3.3.12 Conexiones domiciliarias	79
3.4 Diseño hidráulico del drenaje sanitario	81
3.4.1 Cálculo del factor de caudal medio	81
3.4.2 Parámetros de diseño	83
3.4.3 Datos específicos para el tramo PV1 a PV2	84
3.4.4 Diseño hidráulico	87

3.4.5 Relaciones hidráulicas	88
3.5 Ubicación de la descarga	91
3.5.1 Importancia del tratamiento de las aguas servidas	91
3.5.2 Proceso de tratamiento de las aguas servidas	94
3.5.3 Selección del tratamiento	97
3.6 Programa de operación y mantenimiento	98
3.6.1 Objetivo de la unidad operativa	98
3.6.2 Naturaleza del documento	98
3.6.3 Cuándo realizar una inspección al alcantarillado sanitario	99
3.6.4 Pozos de visita	101
3.6.5 Conexiones domiciliarias	102
3.7 Evaluación de Impacto Ambiental	103
3.8 Evaluación socioeconómica	107
3.8.1 Valor Presente Neto (VPN)	107
3.8.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)	111
3.9 Presupuesto	115
3.9.1 Caserío Chijulja	115
3.9.2 Caserío Chimxpop	121
3.10 Cronograma físico y financiero	126
3.10.1 Caserío Chijulja	126
3.10.2 Caserío Chimxpop	127
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	133
APÉNDICE	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1. Mapa actualizado de la región de Tactic, Alta Verapaz 12

TABLAS

I. Dotaciones

14

II. Impacto ambiental, etapa de operación

68

III. Profundidades mínimas según el diámetro de la tubería

78

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	centímetro
Fqm	factor de caudal medio
H	altura
psi	libras sobre pulgada cuadrada
m.c.a.	metros columna de agua
lt/hab/día	litros por habitante por día
L/s	litros por segundo
hrs.	horas
GPM	Galones Por Minuto
hab.	habitantes
Hpv	altura de pozos de visita
Kg.	kilogramos
Km.	kilómetros
L	longitud
Lts.	litros
m	metros
mm.	milímetros
pv	pozo de visita
q	caudal de diseño
Q	caudal
S	pendiente del terreno
Seg.	segundos
ϕ	diámetro
%	porcentaje

GLOSARIO

- Acueducto:** Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
- Agua potable:** Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
- Aguas negras:** Son las aguas de desecho provenientes de usos domésticos e industriales.
- Aforo:** Acción de medir un caudal de una fuente.
- Caudal:** Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
- Colector:** Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras de la población al lugar de descarga.
- Conexión domiciliar:**
Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.
- Cota de terreno:** Indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.

Densidad:	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
Descarga:	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Desinfección:	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
Dotación:	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
Estación:	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Flujo:	Líquido en movimiento.
Manto Freático:	Acumulación de agua subterránea.
Polución:	Contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos.
Pozo de visita:	Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado, que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
Proliferación:	Reproducirse o multiplicarse.

Tirante: Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.

Topografía: Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima y debajo de la superficie.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en los caseríos sameleb 1, chimxpop y chijulja del municipio de Tactic del departamento de Alta Verapaz.

En dichos caseríos se realizó un estudio para conocer las necesidades de sus pobladores, encontrándose que la falta de dos sistemas de drenaje sanitario y agua potable, perjudicando la salud y el desarrollo de sus habitantes. Por ello fue necesario la implementación de la planificación de estos sistemas que cubrieran las mayores necesidades y cuyo mayor objetivo fuera la minimización del índice de morbilidad que impera en los caseríos.

Por tal razón se decidió realizar el diseño de la introducción de agua, con el propósito de brindar un buen servicio a todos los usuarios. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron para el diseño fueron: visita preliminar de campo, levantamiento topográfico, determinación de aforo de fuente, análisis de laboratorio de agua, etc. Con las actividades realizadas se determinó que el sistema de abastecimiento de agua fuera por gravedad, debido a las características topográficas del lugar.

Previo a realizar los drenajes sanitarios se estudió dónde se debía descargar el agua residual; teniendo definidos los parámetros anteriormente mencionados se procedió a los trabajos previos al diseño: planimetría y altimetría, posteriormente se tomaron parámetros de diseño como: periodo de diseño, tasa de crecimiento de la población, la dotación de agua potable que percibe la población, la cantidad de habitantes por vivienda, número de viviendas, para proponer finalmente, un sistema de tubería PVC ASTM F-949 y pozos de visita de ladrillo tayuyo, por su facilidad de instalación, economía y duración.

OBJETIVOS

GENERAL

- Contribuir al mejoramiento de salud y bienestar de los habitantes de los caseríos de Samelb1 , Chimxpop y Chijulja, del municipio de Tactic, del departamento de Alta Verapaz.

ESPECÍFICOS:

1. Diseñar el sistema de introducción de agua y drenajes sanitarios de los caseríos de Samelb 1, Chimxpop y Chijulja
2. Proporcionar a la Municipalidad de Tactic, por medio del EPS, una propuesta técnica y adecuada para solucionar los problemas de agua y drenaje.
3. Contribuir, por medio del diseño de proyectos de infraestructura, al desarrollo y crecimiento del municipio de Tactic, Alta Verapaz.

INTRODUCCIÓN

Es indispensable mencionar que la salud es consecuencia de la interacción de factores biológicos, ambientales, económicos y sociales, por lo que el mejoramiento sustancial del nivel de la misma dependerá de la complementariedad y articulación de las acciones que realicen las dependencias y entidades involucradas y los distintos sectores de la sociedad, para mejorar la calidad de vida de la población.

La municipalidad es un intermediario entre el Estado y los individuos; siendo una de sus funciones atender los servicios públicos. La limitación de recursos financieros ha contribuido a la ineficiencia en atender este servicio. Esta situación trae como consecuencia problemas de saneamiento ambiental, implicando el incremento de tasas de morbilidad y mortalidad.

Teniendo la certeza que en los últimos años los seres humanos se han visto en la necesidad de crear conciencia acerca del cuidado de los recursos naturales de la tierra, juegan un papel importante los métodos y sistemas adecuados para la evacuación de los desechos provenientes de viviendas, comercios e industrias, evitando de este modo el daño al medio ambiente, ya que es de beneficio a los habitantes de las poblaciones a servir y para las circunvecinas. Por medio de los principios que dicta la ingeniería sanitaria respecto de la evacuación de desechos, se han ensayado varios métodos para llevar a cabo su eliminación en poblaciones; demostrando que el agua puede ser utilizada como medio de transporte de estos desechos, siendo éste más ventajoso, exceptuándolo en casos particulares.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos geográficos del municipio y de las comunidades

1.1.1 Límites y colindancias:

El municipio de Tactic colinda al norte con el municipio de Cobán, al sur con el municipio de San Miguel Chicai, Baja Verapaz y Santa Cruz Verapaz, al este con el municipio de Tamahú Alta Verapaz y al oeste con el municipio de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

1.1.2 Vías de comunicación:

El municipio de Tactic se encuentra a una distancia de 185 kilómetros de la ciudad capital, y a 30 kilómetros de la ciudad de Cobán, cabecera Departamental de Alta Verapaz. De la cabecera municipal a las Comunidades rurales del municipio.

1.1.3 Topografía

La mayor parte del terreno del municipio es quebrado (70%), con ligera planicie de (30%), es catalogado como un valle, ya que constituye una planicie en la parte central rodeada por una cadena de montañas.

1.1.3.1 Tipo de Suelo

El tipo de suelo que se encuentra en la región de Tactic Alta Verapaz es un suelo de carácter Limo Arcilloso por sus características de plasticidad.

1.1.4 Aspectos climáticos

El municipio de Tactic cuenta en su mayoría de tiempo con un clima templado lluvioso.

1.1.5 Hidrografía

Los ríos más importantes del municipio son El Cahabón, El Río Polochic, El Pantup y Chamché; los cuales nacen el primero al oriente de la población, en el lugar llamado Patal, realizando un recorrido de 300 kilómetros, pasa por los municipios de Santa Cruz Verapaz, Cobán, Lanquín, y Cahabón, hasta unirse con el Río Polochic, en el municipio de Panzós.

El río Polochic nace en Rocjá, tiene una longitud de 240 kilómetros, su máxima profundidad es de 4 metros y su mayor anchura de 4° metros, pasa por los municipios de Tamahú, Tacurú, Panzós y El Estor. Desemboca en el Lago de Izabal.

El Río Pantup nace en la aldea Chiallí, al sur de la población recorriendo parte del pueblo y se une al río Cahabón muy cerca del Puente del Arco. El río Chamché, nace al norte del pueblo, realiza un corto recorrido hasta unirse con el Río Cahabón, cerca de la lotificación Villa Florencia..

Existen en todo municipio innumerables riachuelos, entre los que mencionaremos: La Esperanza, Chijí, Pansinic, Río Frío y Chiacán. De todos los Ríos Chamché, Chijí, La Esperanza y Chiallí se extrae el agua potable que se distribuye en el pueblo y en caseríos aledaños.

1.1.7 Flora y fauna

La Flora y la Fauna del municipio, es muy extensa debido a su clima frío figurando dentro de su flora, majestuosas orquídeas como la monja blanca, árboles frutales de gran variedad, maderas finas como el pino, el cedro, el encino, liquidámbar, madre cacao, el ciprés, entre otras.

La fauna del municipio, es especialmente majestuosa pues se pueden encontrar de gran variedad de especies tales como: tepezcuintes, venados, armados, conejos, ardilla serpientes variadas y otras especies, como gran variedad de aves.

1.2 Aspectos socioculturales comunitarios

1.2.1 Población

Según el censo de población y habitación del año 2,002, el municipio de Tactic, se compone de una población censada de 24,535 habitantes, descompuestos en la forma siguiente: Hombres: 11,852; Mujeres: 12,683, haciendo un total de ----- familias, concentradas en 5,437 viviendas, en un área de 8.5 kilómetros cuadrados, que componen el municipio, de cuya población un 87% es de raza indígena y un 13% de raza no indígena o mestiza; el analfabetismo en el municipio, alcanza una cifra del 33% en niños de 7 años en adelante.

1.2.2 Grupos étnicos

Actualmente en el municipio de Tactic existen 3 grupos étnicos, así: El grupo Achí es el más pequeño y está situado en la comunidad Chacalté al Sur del municipio, los habitantes o integrantes del grupo, son descendientes de familias del municipio de Rabinal del departamento de Baja Verapaz y por razones internas desde hace mucho tiempo emigraron de su lugar de origen, habiéndose situado en terrenos Tactiquenses, ocupando actualmente ese sector.

El otro grupo indígena es el q'eqchi', localizado en las comunidades El Manantial y la Cumbre, es el grupo intermedio en cuanto a número, tiene características propias, pero mantiene algunas relaciones con los demás grupos del municipio.

El grupo mayoritario es el poqomchi', que ocupa el resto de las comunidades del municipio, asimismo de la cabecera municipal de Tactic. En todo caso las Inter.-relaciones se dan en los tres grupos.

1.2.3 Idioma

Español, Kekchí y Poqomchí. Predominando éste último.

1.2.4 Religión

Aproximadamente un 40% de la población es Católica. El restante 60% de la población profesa la religión cristiana evangélica, observándose una fuerte organización de congregaciones en iglesias como las siguientes:

Iglesia Cristiana Asamblea de Dios "Josué"

Primera Iglesia del Nazareno

Segunda Iglesia del Nazareno

Iglesia de Dios Evangelio Completo

Iglesia de Cristo Elim, Ministerios Mi-el

Iglesia Cristiana Monte de los Olivos

Iglesia Cristiana Beerseba

Iglesia Cristiana Amigos

Iglesia Jesucristo de los Santos de los últimos días

Iglesia Pentecostal

Iglesia Adventista del Séptimo Día

Iglesia Apostólica

Congregación del Reino de los Testigos de Jehová

La religión católica tuvo su arraigo en Tactic con la venida de los misioneros en 1,545 aproximadamente. La religión evangélica Nazarena fue organizada formalmente en Tactic el 1 de enero de 1,921, según libros de archivo de la misma Iglesia. Actualmente la iglesia católica se dividió en dos líneas de atención, la línea conservadora y la del movimiento carismático.

Algunos habitantes del municipio y muchos “romeriotas” veneran una imagen de Jesús crucificado en la Ermita del Caserío Chi-Ixim. Allí los visitantes practican su culto y fiestas tradicionales entre las cuales están la del 15 de enero en honor al Señor de Esquipulas y la conmemoración de la fiesta de la Asunción que se celebra en honor a la virgen.

1.3 Infraestructura

1.3.1 Accesos y vías de comunicación

Es fácil la comunicación del municipio de Tactic hacia la cabecera departamental de Alta Verapaz, y ciudad Capital ya que posee carretera asfaltada, y asimismo con los municipios próximos y algunas aldeas por carretera balastrada; y así mismo con caseríos por medio de caminos vecinales.

1.3.2 Servicios

La cabecera municipal, (Tactic) cuenta con los servicios de: agua potable, energía eléctrica, servicios de telefonía, dos agencias bancarias (BANRURAL Y AGROMERCANTIL), centro de salud tipo B , Escuela oficial Urbana Mixta Heriberto Gálvez Barrios Jornada matutina y Vespertina, Escuela Oficial Urbana Mixta No. 2 Chijacorral, Escuela Nocturna de Adultos, Instituto Mixto Básico por Cooperativa Manuel Zamora Lobos, Instituto Mixto Básico y Diversificado Akaltic, Escuela de Párvulos, Mercado Municipal, Servicios de Taxis rotativos, Líneas de transporte tanto para el interior del departamento, como para la ciudad Capital, así como para las comunidades, gracias a la gran red de carreteras que ha apoyado la Municipalidad, por una parte y por la otra: en el área rural se puede enumerar que en un 90% se cuenta con edificios Escolares y en algunas localidades, con centros de convergencia, el 75% de la población cuenta con energía eléctrica, existen puestos de salud en Pasmolón, Chiacal, Chacalté y Centro Urbano, en el área Urbana se cuenta con Hoteles y Restaurantes, para atender a un grueso de visitantes que visitan el municipio.

1.3.3 Condiciones sanitarias

La cabecera municipal cuenta con un acueducto, el cual es administrado por la municipalidad. El servicio no es del todo eficiente ya que la capacidad del tanque de captación y almacenamiento no es suficiente para atender la demanda actual de la población.

En cuanto a las comunidades rurales, son varias las que carecen de este servicio debido principalmente a la inexistencia de fuentes de agua que les permita abastecerse. Por tal razón, satisfacen su necesidad a través de la recolección de agua de lluvia por lo que se han ejecutado en algunos lugares proyectos de aljibes.

La red de drenaje en el municipio cubre únicamente el área urbana de la cabecera municipal, no así el área perimetral ni mucho menos el área rural. Los desfogues se hacen directamente a los ríos sin previo tratamiento, teniendo como resultado problemas serios de contaminación.

En lo que respecta a la disposición de excretas en el área rural, existe un mínimo de comunidades que cuentan con letrinas lavables, el resto utiliza letrina corriente o pozo ciego.

1.4 Aspectos económicos

1.4.1 Producción Agrícola

Se cultiva en la región frijol, maíz, caña, tomate, papa, aguacates, pacayas, zanahorias, remolachas, rábano, coliflor, acelga, lechuga, arveja, haba. El repollo, el ejote y el brócoli se cultivan en escala que cubre gran parte de la demanda nacional. Se cultivan también frutas de muy buena calidad, naranjas, limas, limones, mandarinas, duraznos, peras, granada, granadillas, guineo de diferentes variedades, etc. Entre las especies silvestres se encuentran nísperos, guayabas, injertos, matasanos, manzana-rosas y cujes.

Es importante hacer destacar que Tactic, en la última década se ha convertido en uno de los municipios más productivos a nivel nacional en el cultivo de papa y tomate, así mismo el Chile pimiento, fríjol y brócoli. La fórmula del progreso en la producción de papa se atribuye a los agricultores del municipio de Palencia, quienes prácticamente han invadido estas tierras proporcionando enseñanza y trabajo a cientos de jornaleros tacticueños, estos cultivos han venido a desplazar a la siembra tradicional de maíz , y fríjol a su máxima rentabilidad.

1.4.2 Producción Artesanal

La elaboración del güipil constituye para la indígena Poqomchí' , tacticuense, es la labor en la que pone todo el corazón, lo que se refleja en la belleza del trabajo y maíz en los colores que utilizan, esta actividad que se transmite de madres a hijas por generaciones la cual realizan a momentos y en calma y paz. Ninguna mujer se dedica exclusivamente a esta tarea, ya que la dejan para realizarla durante momentos libres. Cuando es oportuno el momento toma el telar de cintura o mecapal y se arrodilla en el suelo (sobre el pequeño petate) de la casa, para ir colocando las hebras de hilo y formar con habilidad, seguridad y calma pájaros, mariposas, estrellas, rombos, venados, farolitos, patos árboles, rosas triángulos, y otras figuras caprichosas que dan vistosidad y valor a la prenda.

Igualmente en Tactic, se elaboran canastos, petates, acapetates, escobas, suyates, lazos, redes, sombreros de palma, platería y bordado a mano. La Orfebrería del municipio es muy apreciada.

1.4.3 Ganadería

Hay una empresa procesadora de Lácteos VERALAC, (Privada), anualmente hay comercio de ganado durante la feria.

1.5 Principales necesidades de las comunidades

Las necesidades que fueron identificadas son las siguientes:

- Sistema de alcantarillado sanitario
- Agua potable
- Puestos de salud
- Salones comunales

2. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAMELB 1, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto de diseño de la línea de conducción y distribución consiste en determinar la cantidad, calidad y diámetro adecuado de la tubería para poder conducir el agua necesaria que satisfaga las demandas de la población.

Primero se tiene que determinar cuáles dotaciones se usarán en el diseño del sistema, de acuerdo con la necesidad de la población, asimismo se determinarán los valores para cuantificar las demandas máximas diarias y horarias que requiera el proyecto.

Se verificarán después si la fuente de agua propuesta es capaz de cubrir la demanda, y si la fuente no tiene impedimentos técnicos o legales que impidan su empleo.

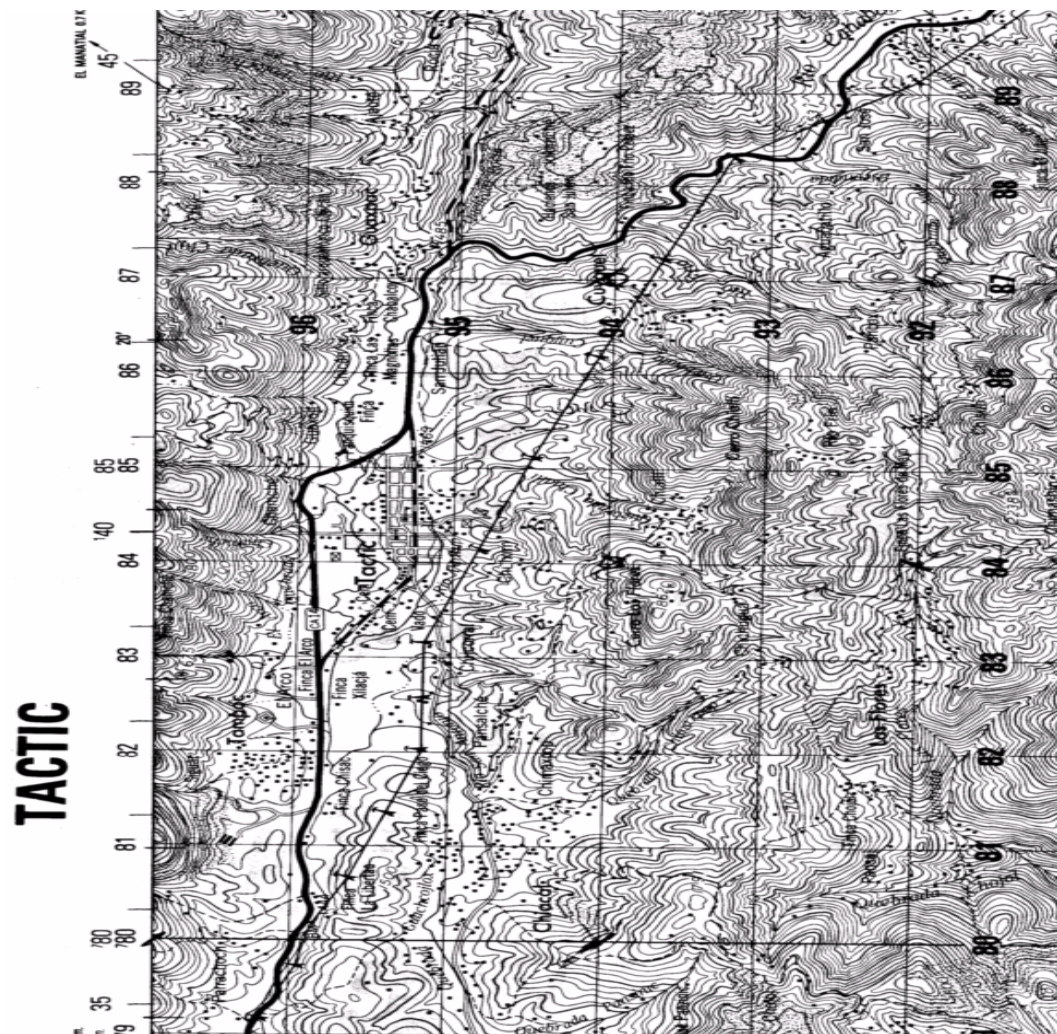
Analizar la calidad física, química sanitaria y bacteriológica de las fuentes propuestas de acuerdo con los resultados de los análisis de laboratorio, los que deberán cumplir con las normas establecidas (COGUANOR 29001).

Determinar el interés y la capacidad económica de los habitantes para poder contribuir con la ejecución de las obras.

Hacer un redimensionamiento de las posibles obras a efectuar, tanto en agua potable como en saneamiento, estimando longitudes y diámetros de tuberías, cantidades y volúmenes de obra, número de letrinas a instalar y hacer una estimación global del costo de las obras, con base en la población actual y futura.

2.1.1. Localización del terreno

Figura 1. Mapa actualizado de la región de Tactic, Alta Verapaz



2.2 Criterios y bases de diseño

En el diseño de una red de distribución de agua, se deben de tener en cuenta una serie de normas que ayudarán a definir con mayor exactitud los factores más importantes para el óptimo funcionamiento del sistema.

Los parámetros de diseño en el proyecto de abastecimiento de agua potable para el caserío de samelb 1, se describen a continuación:

a). Población actual	116 habitantes.
b). Viviendas actuales	33
c). Período de diseño	21 años
d). Tasa de crecimiento poblacional	2.5 %
e). Población y año futuro	200 habitantes.
f). Viviendas en el futuro	82
f). Dotación	150 l/h/d.
g). Factor día máximo	1.2
h). Factor hora máxima	2.5
i). Aforo	8.6 l/s

2.2.1 Dotación y tipos de servicios

La dotación es la determinación de la cantidad de consumo de agua utilizada en cualquier lugar por la población, para cubrir todo tipo de necesidades de la mejor forma posible. Desde el punto de vista económico, la consideración de la dotación es importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería y, por consiguiente, mayor el costo del proyecto.

En acueductos rurales, la dotación es únicamente para el consumo doméstico. Para determinar la dotación se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Tabla IV. Dotaciones

Servicio a base de llenacántaros 60 lts.	40	a
Servicio mixto: llenacántaros-conexiones prediales 90 lts.	60	a
Servicio exclusivo: conexiones prediales fuera del domicilio 120 lts.	60	a
Servido de conexiones domiciliars con opción a varias unidades 150 lts	90	a
Servicio de pozo excavado, con bomba de mano lts.	30	

Fuente: Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales, Instituto de Fomento Municipal. Pág. 21

De acuerdo con las normas y debido a que la comunidad tiene un clima templado, se decidió adoptar una dotación de 150 litros/habitante/día. El tipo de servicio útil en el área rural, es el servicio de conexiones prediales o domiciliars, y de acuerdo con la producción de la fuente, el tipo de servicio más adecuado y factible en el diseño de esta red de distribución, es el de conexiones domiciliars.

2.2.2 Tasa de crecimiento poblacional

Según los datos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística, obtenidos de censos anteriores, además de parámetros utilizados en la Oficina de Planificación Municipal, se optó por una tasa del 2.5%, tomada en cuenta para estimar la población futura.

2.2.3 Período de diseño y población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base en las normas establecidas, las partes del proyecto fueron diseñadas para un período que oscila entre los 10 y 20 años, más un año para hacer todos los trámites necesarios antes de la ejecución del mismo.

Entre los diferentes métodos que existen para calcular el crecimiento de una población y estimar la población futura de diseño, se tienen:

- de incremento aritmético
- de incremento geométrico
- exponencial
- de saturación

La confiabilidad de los pronósticos de la población es relativa en cualquiera de los métodos empleados, ya que depende de muchos factores que la mayoría de veces son imprevisibles, ya sean de carácter social, económico o político. Tomando en cuenta todo esto, se debe tener una estimación futura lo más real posible.

La población futura del área que cubrirá el sistema de agua, se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

$$P_f = P_a \times (1 + r/100)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_a = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño (en años)

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$P_f = 116 * (1 + 2.5/100)^{22}$$

$P_f = 200$ Hab.

Justificación: se utilizó el método geométrico, ya que toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de acuerdo con la región geográfica en la que se esté trabajando. Además, porque el diseñador debe realizar un censo poblacional del lugar, para verificar y evaluar la información a utilizar y así obtener un resultado real.

2.2.4 Factor de consumo y caudales

Cuando se realiza un estudio de consumo, la parte más difícil, es la obtención de información; ya que esto implica tener datos de medición de consumos de la población a servir, durante un lapso prudencial de tiempo. Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente: en

horas diurnas supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

2.2.4.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño; se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{\text{dotación} \times P_f}{86400}$$

$$Q_m = \frac{150 \text{ l/ hab /dia} \times 200 \text{ hab}}{86400 \text{ seg.}}$$

$$Q_m = 0.347 \text{ litros / seg.}$$

2.2.4.2 Caudal máximo diario

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año, regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población; el valor que se obtiene es utilizado en el diseño de la fuente, captación, línea de conducción y la planta de tratamiento.

A falta del registro, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) según las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas, Se establece que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes, por lo que en este caso se utilizará un factor de 1.2 debido a que hay menos de 1000 habitantes, con lo cual se tiene:

$$Q_{DM} = F_{DM} \times Q_{md}$$

Donde:

Q_{DM} = Caudal de día máximo o máximo diario.

F_{DM} = Factor de día máximo

Q_{md} = Caudal medio diario.

$$Q_{DM} = 1.2 \times 0.347 \text{ l/s}$$

$$Q_{DM} = \mathbf{0.416 \text{ litros /seg.}}$$

2.2.4.3 Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea o red de distribución. Es la hora de máximo consumo del día; el valor obtenido se usará para el diseño de la línea de distribución o la red de distribución.

Para determinar este caudal se debe multiplicar el consumo medio diario por el coeficiente o factor de hora máxima (FHM) según las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas, Se establece que oscile entre 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

La selección del factor se hace en función inversa al tamaño de la población a servir, por lo que para el presente estudio el factor de hora máxima tendrá un valor de 2.5.

El caudal máximo horario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{HM} = F_{HM} \times Q_{md}$$

Donde:

Q_{HM} = caudal máximo horario o de hora máxima

F_{HM} = factor de hora máxima

Q_{md} = caudal medio diario.

$$Q_{HM} = 2.5 \times 0.347 \text{ li / s}$$

$Q_{HM} = 0.867$ litros / seg.

2.2.5 Calidad del agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

1. Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
2. Inodora, insípida y fresca.
3. Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
4. Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

- Bacteriológico
- Físico-químico

Para garantizar que el agua pueda ser bebida por una población es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normas COGUANOR NGO 29-001

2.2.5.1 Examen bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, porque éstos pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes. Dicho examen es útil como control de calidad, para verificación de alguna eventual contaminación, los cuales deben hacerse periódicamente por seguridad y previsión de cualquier brote de contaminación que pueda causar daños a la salud de la población en general.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presentan en el anexo; desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para el consumo humano, por ese motivo, se sugiere implementar una desinfección mínima con cloro o hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro; con esto, se logrará un mayor nivel de seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación del agua.

2.2.5.2 Análisis físico y químico

Este análisis determina las características físicas y químicas del agua tales como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, su pH y su dureza. Específicamente para este proyecto, desde el punto de vista físico-químico, el agua es apta para consumo humano de acuerdo con los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presentan en el anexo.

2.3 Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema.

Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son:

- Altimetría
- Planimetría

La planimetría y altimetría pueden ser de 1er., 2do. y 3er. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se aplicó una topografía de segundo orden; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica y plomadas.

2.3.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales (D_h) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$D_h = \Delta H * 2h * \text{seno}^2 \beta$$

Donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

$2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.

β = ángulo vertical.

2.3.2 Altimetría

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{CPO = CEA + AI - HM + DH*(\tan (90- \beta))}$$

Donde:

CPO = cota del punto observado

CEA = cota de la estación anterior

AI = altura del instrumento

HM = lectura del hilo medio

β = ángulo vertical.

2.4 Diseño hidráulico del sistema

2.4.1 Tipos de tuberías

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG). La línea de conducción llevará las siguientes características en su recorrido; debido a la topografía del mismo.

Tubería de PVC de 160 psi.

2.4.2 Diámetros de tuberías

Para el diseño hidráulico, el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo con el tipo de sistema que se trate; sin embargo, para todo diseño, se debe utilizar el diámetro interno de la tubería, no así el diámetro comercial.

2.4.3 Coeficiente de fricción.

Cuando se emplea la fórmula de Hazen Williams para el diseño hidráulico con tubería PVC, el coeficiente de fricción C , es de 150, y para tuberías de HG, $C = 100$.

2.4.4 Presiones y velocidades

La presión hidrostática en la línea de conducción se recomienda mantenerla, en lo posible, debajo de 80 m.c.a. La máxima presión permisible es de 90 m.c.a. La presión hidrodinámica en la línea no debe ser mayor de 60 m.c.a. La velocidad en la línea de conducción se debe mantener entre 0.6 y 3 m/s, en todo el sistema.

2.4.5 Volumen de almacenamiento del agua

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar sistemas por gravedad 25 a 40% del consumo

medio diario estimado y sistemas por bombeo de 40 a 65%. Entonces, en este caso se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimientado de piedra y una losa en dos sentidos simplemente apoyada que sea capaz de almacenar el 40% del consumo medio diario estimado en este proyecto.

Cuando el suministro de agua se considere seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se puede prescindir del volumen de reservas para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

Resumiendo, el volumen total del tanque será:

1. Para poblaciones menores de 1,000 habitantes, el 40% del consumo medio diario de la población, el cual no considera reservas para eventualidades.
2. Para poblaciones entre 1,000 y 5,000 habitantes, el 40% del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
3. En poblaciones mayores de 5,000 habitantes el 45 % del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
4. En el caso de sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá ser la del 40% al 65% de un día de consumo medio, salvo en los casos en que se necesite proveer una capacidad adicional para contingencias o incendios.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 40\% * Q_m$$

Sustituyendo.

$$Q_m = 0.347 \text{ l/s}$$

$$1 \text{ día} = 86400 \text{ Segundos}$$

1 m³= 1000 Litros.

Volumen= 0.40*(0.347 litros/segundos)*(86400/1000)

Volumen= 12 m³/día

Volumen de almacenamiento= 12 m³

2.4.6 Desinfección del agua

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio Ca(ClO₂) con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento del hipoclorador tendrá que ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto, y deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, graduando el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben ser de 1.00 x 1.00 metros en planta y 1.00 metro de altura.

Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro (FC) en gramos/hora se utiliza la siguiente fórmula:

$$FC = Q \times DC \times 0.06 \quad (1)$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida, (0.9716 L/s) = 58.30 L/min

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/L

Por lo tanto, sustituyendo estos datos en la fórmula de FC se tiene lo siguiente:

$$FC = 58.30 \text{ L/min} \times 2 \text{ PPM} \times 0.06 = 69.96 \text{ gr/hr}$$

$$\mathbf{FC = 69.96 \text{ gr/hr.}}$$

Luego se hace la conversión para pasarlo a litros/min, obteniéndose los siguientes resultados: FC = 0.0012 litros/min. Luego, se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro utilizando la siguiente fórmula:

$$t = 60/SC$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos.

SC = flujo de solución de cloro (7.33 Lt/min).

$t = 60/0.0012 = 50000$ seg, que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente. El flujo de cloro del hipoclorador es de 69.96 gr/hr, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$69.96 \text{ g/hr} \times 24\text{hr/1día} \times 30 \text{ días/1 mes} = 50371.2 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta/300 gr} = 166$

Total = 166 tabletas/mes

2.4.7 Red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se consideran los siguientes factores:

1. El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
2. La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
3. Se deberá tratar de servir, directamente, al mayor porcentaje de la población con conexiones domiciliarias, aunque se podrían instalar llena cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permitiera.
4. Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por

la economía del proyecto. Para diseñar la red de distribución, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

2.4.7.1 Caudal de diseño

El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario (Q_{mh}). Habiendo considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal máximo horario y el caudal simultáneo, utilizando el mayor de los dos; y mediante el criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto.

Dicho de otra forma, para el diseño debe tomarse en cuenta el mayor de los caudales siguientes:

$$\text{Caudal máximo horario} = F_{\text{hora máxima}} * (Q_{\text{medio}})$$

2.4.7.2 Presión estática en la tubería

Se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan las tuberías es de 160 PSI = 90 mca, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 PSI o HG.

En la línea de distribución, la máxima presión estática permitida es de 80 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería, a menos que sea necesario utilizar presiones mayores por necesidad de salvar puntos altos.

2.4.7.3 Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería. La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 m.c.a., que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro. Se pueden tener presiones hasta 7 m.c.a. siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40 m.c.a., pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.

2.4.7.4 Línea piezométrica

Es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería. Esto indica, para cada punto de la tubería, 3 elementos: “la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, que representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio”. La distancia entre la línea piezométrica y la tubería, que representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería. “La pendiente de la línea piezométrica, que representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en

metros, que recorre el agua”. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

2.4.7.5 Verificación de velocidades

En todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si ésta se encuentra entre los límites recomendados. Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se consideran los límites de velocidad desde 0.60 m/s hasta 3 m/s máxima. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico. El límite superior se fijará solamente en precaución a la sobre presión, que se debe al golpe de ariete.

La fórmula que se va a utilizar es la siguiente:

$$V = 1.974 \cdot Q/D^2$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m³/s)

D = Diámetro del tubo (m)

2.4.7.6 Descripción de la conexión domiciliar

Esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliar o bien un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Hoy en día, se construyen con tubería y accesorios de PVC, y dependiendo de las condiciones del

funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua). Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ " de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.

Las conexiones domiciliarias estarán compuestas por los siguientes accesorios:

- Contador.
- Tee reductora PVC
- Niple (tubo) PVC longitud variable.
- Adaptador macho de PVC
- Llave de paso de bronce
- Tubo PVC longitud variable
- Codo PVC 90° con rosca
- Niple HG 1.50
- Codo HG 90°
- Niple HG 0.15
- Reducidor campana HG
- Tubería PVC Ø 2" o 3"
- Adaptador hembra PVC
- Válvula de chorr

2.5 Cálculo hidráulico

Población futura

$$P_f = P_o * (1 + (r/100))^n$$

$$P_f = 116 * (1 + 2.5/100)^{22}$$

P_f = 200hab.

Caudal medio diario

$$Q_m = P_f * ((Dot.)/86400)$$

$$Q_m = 200 * (150 / 86400)$$

Q_m = 0.347 l / seg.

Caudal máximo diario

$$Q_{md} = F_{md} * Q_m$$

$$Q_{md} = 1.2 * 0.347 \text{ l/seg.}$$

Q_{md} = 0.416 l/seg.

Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = F_{mh} * Q_m$$

$$Q_{mh} = 2.8 * 0.347 \text{ l/s}$$

Q_{mh} = 0.9716 l/seg.

a) Primero se obtendrán los diámetros económicos con la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * Qb}{vel}}$$

D = 1.1698" para la velocidad mínima. (0.6 m/s)

D = 0.52" para la velocidad máxima. (3 m/s)

Se utilizarán estos

1", 3/4"

b) Se encontrará el precio por cada diámetro.

Cantidad de tubos = 5.30 m / 6 m

Cantidad de tubos = 1 tubos.

Precio = 1 * 41.63 = Q 41.63 para el diámetro de 3/4"

Precio = 1* 51.16 = Q 51.16 para el diámetro de 1"

c) Interés anual de la tubería.

$$C = \frac{i(i+n)^2}{(i+n)^2 - 1}$$

i = 15 % anual

n = 10 años.

$$C = \frac{0.15(0.15+10)^2}{(0.15+10)^2 - 1} = 0.1999$$

i = 0.199 * 41.63 = Q 8.28 para tubería de 3/4"

i = 0.199 * 51.16 = Q 10.18 para tubería de 1"

d) Encontrando las pérdidas.

$$hf = \frac{(1743.811)(l)(Q_b)^{1.85}}{C^{1.85} \phi^{4.87}}$$

Donde:

h_f = pérdidas por fricción en m.

L = Longitud del tramo en m.

C = Coeficiente de rugosidad del material.

\emptyset = Diámetro interno de la tubería en pulg.

$h_f = 0.69$ m para la tubería de 3/4"

$h_f = 0.17$ m para la tubería de 1".

Por los resultados obtenidos se utilizará el diámetro de 1" para el diseño de la línea de conducción.

i) Red de distribución

Tramo de la red (de 0.1 – 0.2)

Se asumirá una pérdida que consiste en la diferencia de alturas para encontrar un diámetro, el cual servirá como base para encontrar el diámetro real.

Cota de 0.1 = 97.26

Cota de 0.2 = 81.69

$$hf = 97.26 - 81.69 \qquad hf = 15.57 \text{ m.}$$

$$\phi = \left(\frac{(1743.811)(l)(Q)^{1.85}}{C^{1.85} hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$\phi = \left(\frac{(1743.811)(29.07)(0.867)^{1.85}}{150^{1.85} 15.57} \right)^{\frac{1}{4.87}} = \phi = 0.74''$$

Obteniendo los resultados anteriores se tomará un diámetro de 1" para el tramo inicial de la red de distribución.

$$hf = \frac{(1743.811)(29.07)(0.867)^{1.85}}{150^{1.85} 1^{4.87}} \qquad hf = 3.67m$$

Con esos resultados se encontrará la presión dinámica en la 0.1 – 0.2.

Cp = Cota de inicio de tramo - hf

Presión = Cp – Ct

Donde:

Cp = Cota piezométrica.

hf = Pérdida por fricción.

Presión = Presión en ese punto.

$$Cp = 99.83m - 3.67 \text{ m}$$

$$Cp = 96.16 \text{ en } 0.1$$

$$\text{Presión} = 96.16 - 81.69$$

$$\text{Presión} = 14.47 \text{ m.c.a}$$

El diseño de los demás tramos de la red de distribución se presenta en el anexo.

2.6 Programa de operación y mantenimiento

a) Mantenimiento preventivo:

Es la acción de proteger los componentes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- evitar daños.
- disminuir los efectos dañinos.
- asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

b) Mantenimiento correctivo:

Se refiere a la reparación de daños de los componentes de un sistema de agua potable, los que puede suceder por:

- accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- deterioro.
- desgaste, (daño de accesorios).

c) Mantenimiento de válvulas:

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos y accesorios que forman parte del acueducto. Cada tres meses se hará lo siguiente:

- Revisar si hay fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento, abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.

- En ambos casos se debe reparar o cambiar la válvula defectuosa.

c.1) Válvula de chorro:

Esta válvula debe funcionar sin goteo, para evitar desperdicio de agua. Para reparar una válvula de chorro debe hacerse lo siguiente:

- Cerrar el flujo con llave de paso.
- Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
- Revisar el empaque al final del vástago y si está gastado o roto proceder a cambiarlo.
- Instalar el nuevo empaque.
- Colocar y ajustar la corona con el vástago.
- Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

c.2) Caja de válvulas:

Cada tres meses:

- Revisar las paredes de la caja, revisar las tapaderas, revisar aldabones para candados, Revisar candados y revisar si hay agua empozada.
- Reparar las fugas.
- Limpiar los candados con gas y engrasarlos
- Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

d) Tanque de distribución:

Cada tres meses:

Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó:

Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:

- Cerrar la válvula del hipoclorador.
- Abrir válvula de desagüe.
- Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
- Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
- Cerrar válvula de desagüe.
- Abrir válvula del hipoclorador.
- Abrir válvula se salida.

e) Mantenimiento del hipoclorador:

Cada semana:

- Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
- Verificar que no existan fugas.
- Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada tres días:

- Preparar la dosificación correspondiente.
- Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador.
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.3 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación
- Verificar la concertación de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal

manera que tenga la concertación de cloro libre residual no menor de 0.3 miligramos por litro en el punto más lejano de la red de distribución, se necesita tener una pesa para poder obtener la cantidad exacta de cloro que hay que agregarle al agua para obtener la cloración adecuada.

f) Mantenimiento de la línea de distribución:

Cada mes:

Revisar recorrido completamente la línea, para:

- Verificar si hay fugas.
- Comprobar el estado de la tubería.
- Proceder a reparar las fugas en la tubería.

Para reparar daños en tubos de PVC, se necesita lo siguiente:

1. Sierra.
2. Niple PVC.
3. Solvente o pegamento.

Se procede de la siguiente forma:

- Descubrir el tubo uno o dos metros en ambos lados de la fuga.
- Cortar un pedazo de treinta centímetros aproximadamente.
- Hacerle campana con calor en ambos extremos.

Empalme de tubería:

Habiendo preparado el niple con la campana, se procede de la siguiente forma:

- Eliminar rebabas de los cortes.
- Limpiar los extremos con un trapo.
- Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
- Aplicar solvente dentro de la campana.

- Mantener la presión y dejar secar.

2.7 Propuesta de tarifa

En la propuesta de tarifa se contemplan los gastos de mantenimiento, operación, pago del fontanero, pago del guardián y gasto de cloro.

a) Cantidad de cloro

Tomando el caudal y el hipoclorito de calcio al 65 % se tiene:

$$69.96 \text{ g/hr} \times 24\text{hr/1día} \times 30 \text{ días/1 mes} = 50371.2 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta/300 gr}$$
$$166 \text{ tabletas} = 17700 \text{ gramos} = 75 \text{ libras}$$

El hipoclorito de calcio se adquiere en tambos plásticos de 150 tabletas

Costo de 100 libra de hipoclorito de calcio (CH) = Q900.00

Costo mensual de la cloración = 75 libras*(Q 9/libra) = **Q 675.00/mes.**

b) Costo de operación y mantenimiento.

1 fontanero =	Q	500.00	
1 guardián =	Q	500.00	
1 operador =	Q	600.00	
Consumo mensual de cloro =	Q	675.00	
Mantenimiento del sistema =	Q	300.00	
MONTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO =	Q	2575.00	

c) Tarifa por vivienda mensual.

$$TARIFA = \frac{Q2575.00}{33viviendas} \qquad \text{TARIFA} = Q \text{ 78.00/mes.}$$

2.8 Evaluación de impacto ambiental

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental, primero debe familiarizarse con el tema del medio ambiente, el cual es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de Ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto. A continuación se presentan para la etapa de operación.

a) Tabla V. Impacto ambiental, etapa de operación

ETAPA DE OPERACIÓN			
ACTIVIDADES	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS MITIGACION	DE
<p>Avance de la frontera agrícola, explotación maderera, presión de la comunidad en el área de la fuente por demanda de leña o bien expansión de las áreas de pastoreo.</p>	<p>➤ Disminución del área boscosa de la cuenca.</p>	<p>➤ Reforestar el área de la cuenca y vigilar las actividades efectuadas en la cuenca, principalmente aguas arriba de la captación.</p>	
	<p>➤ Disminución de capacidad de la fuente por efecto de la deforestación.</p>		
	<p>➤ Contaminación del suelo y cuerpos de agua por plaguicidas, herbicidas y residuos de abonos; como consecuencia del avance de la frontera agrícola o ganadera en el área de la cuenca.</p>	<p>➤ Circular el área de la captación, para evitar el ingreso de animales y que sirva de disuasor para las personas.</p>	
			<p>➤ Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua.</p>
		<p>➤ Incentivar la organización de las comunidades para que vigilen que el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea adecuado.</p>	
<p>Comprobación</p>	<p>➤ Malestar de</p>	<p>➤</p>	<p>Asegurar que los</p>

de caudales; los usuarios. presiones; funcionamiento de tubería, obras y accesorios.		caudales y presiones de diseño son los que recibe la población.
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. ➤ Amenaza a la salud por déficit en calidad del producto. Incrementos en los gastos de salud. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potabilizar el agua de manera de que sea apta para el consumo humano. ➤ Establecimiento de un programa de vigencia de la calidad del agua.
Continuidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amenaza a la salud por déficit en cantidad de intercepciones del servicio. ➤ Malestar de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantizar que habrá suficiente cantidad de agua y que el servicio será continuo. ➤ Establecer un programa de prestación de servicio a fin de garantizar la continuidad. Cuando es inevitable la interrupción del servicio o bien se presta por determinadas horas o días, es imprescindible el establecimiento de un programa de gestión social que se encargue de mantener a la población bien informada y hacerle entender que

			por el momento no existe otra solución.
Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos.	➤	Malestar de los usuarios por la interrupción del servicio.	➤ Captación continúa a los operarios del sistema.
			➤ Pago de tarifa.
	➤	Incremento en los gastos	

b) Descripción de actividades para la construcción del proyecto.

Actividades preliminares:

- Trazo, preparación de paso y zanjeo
- Chapeo y limpieza general
- Construcción de bodega para materiales temporales

Obra civil:

- Limpieza
- Excavación de zanjas para tuberías
- Armado y fundición de estructuras de concreto
- Construcción de estructuras de concreto ciclópeo
- Instalación de tuberías de conducción
- Relleno de zanjas
- Construcción de obra de arte
- Instalación de tubería
- Instalación de conexiones domiciliarias
- Reforestación.
- Uso del sistema.

- Operación y mantenimiento.

b.1) Identificación y valoración de los impactos

Se hará una identificación de los impactos y su origen, sin mostrar un valor cuantitativo de ese impacto; sin embargo por la importancia del proyecto a la comunidad hará que se beneficien no sólo en lo económico si no en la salubridad. Se mencionarán algunos elementos ambientales fundamentales, que en un proyecto de agua deben de considerarse:

1) Características físicas: Entre estas características se pueden mencionar: tierra, agua y atmósfera.

2) Condiciones biológicas: Flora y fauna.

3) Factores culturales: Uso del suelo, ética e interés humano.

4) Relaciones ecológicas: Salinización de recursos hídricos, insectos y enfermedades.

5) Factores socioeconómicos: Comercio, empleo, tránsito y vehículos.

Para evaluar el proyecto en su conjunto es necesario basarse en resultados donde se haga un balance entre el beneficio contra el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto.

Algunos de los elementos afectados durante la construcción que tienen impactos negativos pero mitigables son:

1. Características físicas: Tierra y agua.
2. Condiciones biológicas: Flora.
3. Factores culturales: Uso del suelo y actividades.
4. Relaciones ecológicas: Salinización de recurso hídrico, insectos.

Los factores y elementos que no se mencionan tienen impactos positivos o su impacto negativo es casi inexistente. Evaluando el proyecto en conjunto, se harán algunas mitigaciones necesarias, las que permitirán que el proyecto tenga un impacto equilibrado y por consecuencia, aceptable.

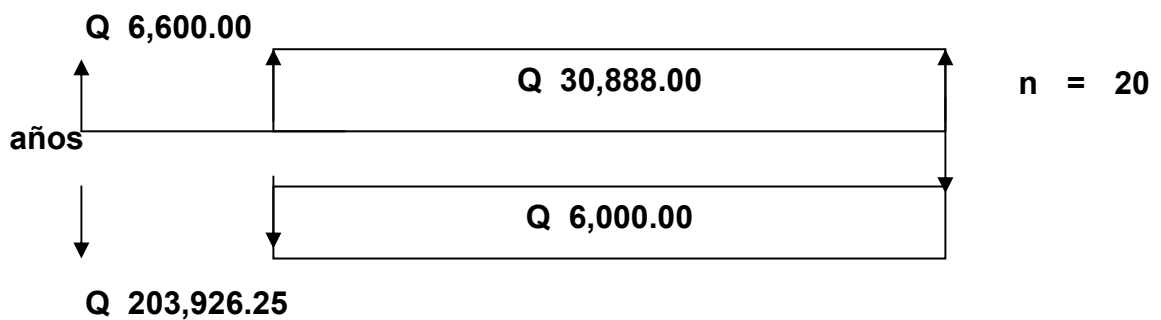
2.9 Evaluación socio-económica

2.9.1 Valor Presente Neto (VPN)

La municipalidad de Tactic pretende invertir Q 203,926.25 en la ejecución del proyecto de la introducción de agua para el caserío de Samelb 1. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 500.00. Se estima tener los siguientes ingresos: por la instalación de la acometida se hará un pago único de Q 200.00 por vivienda, también se pedirá un aporte mensual por vivienda de Q 62.50. Suponiendo una tasa del 13% al final de los 20 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo Inicial		Q 203,926.25
Ingreso inicial	(Q 200/viv)(33 viv)	Q 6,600.00
Costos anuales	(Q 500/mes)(12 meses)	Q 6,000.00
Ingreso anual	(Q 78.00/viv)(33 viv)(12 meses)	Q 30,888.00
Vida útil, en años.		20 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 13%.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos; se tiene entonces:

$$VPN = - 203,926.25 + 6,600 - 6000(1 + 0.13)^{20} + 30888(1 + 0.13)^{20}$$

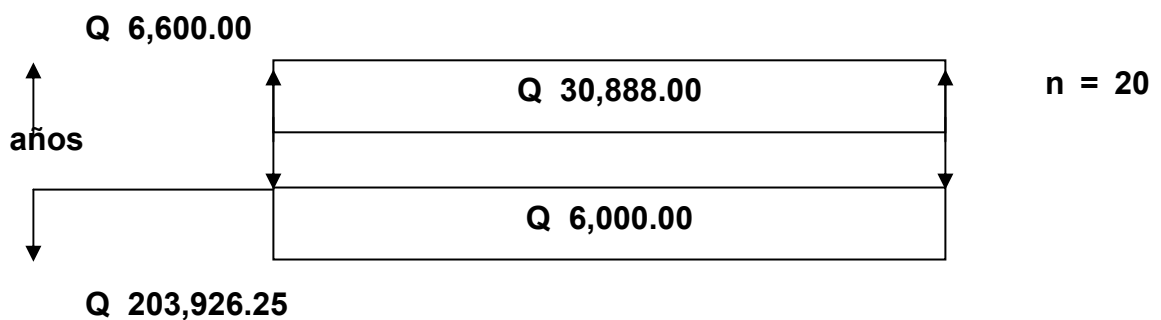
$$\text{VPN} = 227,737.40$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto; es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

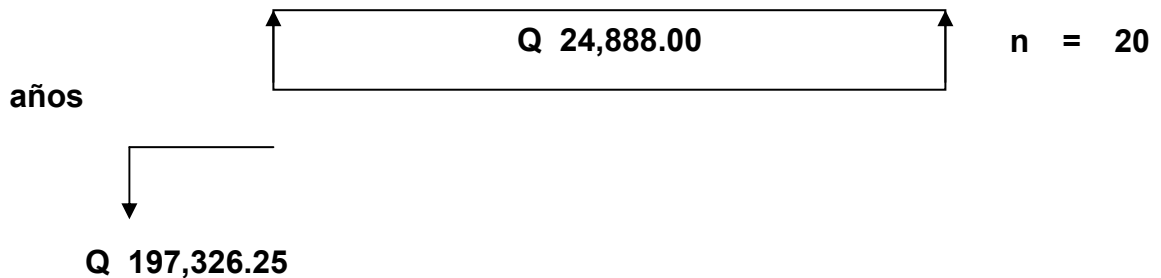
2.9.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía ejecutar la introducción de agua para el caserío de Samelb 1, con un costo inicial aproximado de Q203,926.25. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6,000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 30,888.00 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar; éste será de Q 6,600.00 por el total de 33 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 20 años, el cual corresponde a sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q 30,888.00 y los Q 6,000.00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 203,926.25 y los Q 6,600.00, la gráfica se podría simplificar a:



3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor, por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a) Se utiliza una tasa de interés de 13 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -197326.25 + 24888(1 + 0.13)^{20} \\ \text{VPN} &= 84,460.35 \end{aligned}$$

b) Se utiliza una tasa de interés de 10 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -197326.25 + 24888(1 + 0.1)^{20} \\ \text{VPN} &= -29892.23 \end{aligned}$$

4. Se aplica la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\begin{aligned} 13\% &\rightarrow 84,460.35 \\ i &\rightarrow 0 \end{aligned}$$

10% → -29,892.23

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{13 - i}{13 - 10} = \frac{84,460.35}{84,460.35 - (-29,892.23)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 10.7842122\%$, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$i = 10.7842122\%$$

2.10

Presupuesto

PROYECTO: DISEÑO DE LA INTRODUCCIÓN DE AGUA, PARA LA COMUNIDAD SAMELB DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ.				
INTEGRACION DE COSTOS GENERALES				
RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
INTRODUCCIÓN DE AGUA				
PRELIMINARES				
BODEGA	m2	60.00	Q182.26	Q10,935.39
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	895.00	Q1.83	Q1,642.03
TRAZO	ML	895.00	Q4.43	Q3,963.34
CAPTACIÓN				
CAPTACIÓN	unidad	1.00	Q27,663.63	Q27,663.63
LINEA DE CONDUCCIÓN				
CONDUCCIÓN	ml	156.00	Q61.85	Q9,648.99
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
TANQUE	unidad	1.00	Q49,630.45	Q49,630.45
RED DE DISTRIBUCIÓN				
DISTRIBUCIÓN	ml	895.00	Q67.20	Q60,144.63
CAJA PARA VÁLVULAS				
CAJA	unidad	8.00	Q1,256.83	Q10,054.68
CONEXIONES DOMICILIARES				
DOMICILIARES	unidad	33.00	Q678.95	Q22,405.39
SISTEMA DE CLORACIÓN				
HIPOCLORADOR	unidad	1.00	Q7,837.72	Q7,837.72
COSTO TOTAL				Q203,926.25

EL COSTO DEL PROYECTO DE LA INTRODUCCIÓN DE AGUA PARA LA COMUNIDAD DE SAMELB, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ.
DOSCIENTOS TRES MIL NOVECIENTOS VEINTISEIS CON 25/100.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
TRABAJOS PRELIMINARES						
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	895.00	Q 1.83	Q	1,642.03	
MATERIAL Y HERRAMIENTA						
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Herramienta		global	1	Q 75.00	Q	75.00
Clavo de 3"		lb	5	Q 4.00	Q	20.00
Total de materiales con IVA					Q	95.00
Total de materiales sin IVA					Q	83.60
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Topografo		ml	895.00	Q 1.00	Q	895.00
Cadenero		ml	895.00	Q 0.12	Q	107.40
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	1,002.40
TOTAL MANO DE OBRA					Q	1,002.40
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q	1,086.00
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q	380.10
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q	1,466.10
IVA				12%	Q	175.93
TOTAL					Q	1,642.03

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
TRABAJOS PRELIMINARES					
TRAZO	ML	895	Q 4.43	Q	3,963.34
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal		saco	12	Q 22.00	Q 264.00
		Total de materiales con IVA			Q 264.00
		Total de materiales sin IVA			Q 232.32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de estacas	unidad	22	Q 4.00	Q	88.00
Trazo	ml	895	Q 1.50	Q	1,342.50
		SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA			Q 1,430.50
			AYUDANTE	30%	Q 429.15
			PRESTACION	37%	Q 529.29
		TOTAL MANO DE OBRA			Q 2,388.94
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 2,621.26
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 917.44
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 3,538.69
IVA				12%	Q 424.64
TOTAL					Q 3,963.34

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
CAPTACIÓN					
Captación	unidad	1	Q 27,663.63	Q	27,663.63
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento		bolsa	25	Q 57.00	Q 1,425.00
Arena		m3	4	Q 160.00	Q 640.00
Piedrín		m3	2	Q 170.00	Q 340.00
Piedra bola		m3	4	Q 200.00	Q 800.00
Madera		pt	90	Q 4.00	Q 360.00
Alambre de amarre		lb	12	Q 6.00	Q 72.00
Clavo		lb	12	Q 6.00	Q 72.00
Hierro de 1/4		qq	0.5	Q 290.00	Q 145.00
Hierro de 3/8		qq	3	Q 350.00	Q 1,050.00
Hierro de 1/2		qq	0.25	Q 350.00	Q 87.50
Válvula de limpieza		unidad	1	Q 450.00	Q 450.00
Caja de válvula		unidad	1	Q 800.00	Q 800.00
Adaptador macho PVC de Ø 2"		unidad	2	Q 9.84	Q 19.68
Codo de HG de 90° de Ø 3/4"		unidad	2	Q 4.75	Q 9.50
Codo de PVC de 90° de Ø 3" para drenaje		unidad	2	Q 14.37	Q 28.74
PVC de drenaje 3" de 100 psi		tubo	4	Q 133.00	Q 532.00
PVC de drenaje 3" de 160 psi		tubo	3	Q 190.00	Q 570.00
Pichacha PVC Ø 4"		unidad	1	Q 60.00	Q 60.00
TEE de PVC Ø 2" para drenaje		unidad	1	Q 13.32	Q 13.32
Tubería PVC Ø 2" para drenaje		tubo	1	Q 76.91	Q 76.91
Válvula de compuerta Ø 3" Br.		unidad	1	Q 479.00	Q 479.00
Válvula de pila Ø 2" para drenaje		unidad	1	Q 45.00	Q 45.00
Total de materiales con IVA					Q 8,075.65
Total de materiales sin IVA					Q 7,106.57
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	m3	6	Q 20.00	Q	120.00
Construcción	unidad	1	Q 6,000.00	Q	6,000.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 6,120.00
			AYUDANTE	30%	Q 1,836.00
			PRESTACIÓN	37%	Q 2,264.40
TOTAL MANO DE OBRA					Q 10,220.40
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 18,296.05
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 6,403.62
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 24,699.67
IVA				12%	Q 2,963.96
TOTAL					Q 27,663.63

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
LINEA DE CONDUCCIÓN						
CONDUCCIÓN	ml	156	Q 61.85	Q	9,648.99	
MATERIAL Y HERRAMIENTA						
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubo de PVC de 1" de 100 psi		tubo	15	Q 42.50	Q	637.50
Valvula de compuerta de 2"		unidad	1	Q 240.00	Q	240.00
TEE de PVC de 2"		unidad	1	Q 16.37	Q	16.37
Reducidor Bushing de 2" a 1/2"		unidad	1	Q 10.63	Q	10.63
Galon de pegamento		unidad	1	Q 450.00	Q	450.00
Codo de PVC de 90° de 2"		unidad	1	Q 14.37	Q	14.37
Total de materiales con IVA					Q	1,368.87
Total de materiales sin IVA					Q	1,204.61
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
Excavación para tubería	m3	38	Q 20.00	Q	760.00	
Colocación de tubería	ml	156	Q 15.00	Q	2,340.00	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	3,100.00
AYUDANTE					30%	Q 930.00
PRESTACION					37%	Q 1,147.00
TOTAL MANO DE OBRA					Q	5,177.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q	6,381.61
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q	2,233.56
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q	8,615.17
IVA				12%	Q	1,033.82
TOTAL					Q	9,648.99

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN					
TANQUE	unidad	1	Q 49,630.45	Q	49,630.45
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento		bolsa	72	Q 57.00	Q 4,104.00
Arena		m3	10	Q 165.00	Q 1,650.00
Piedrín		m3	2	Q 175.00	Q 350.00
Piedra bola		m3	12	Q 200.00	Q 2,400.00
Madera		pt	210	Q 4.00	Q 840.00
Alambre de amarre		lb	30	Q 6.00	Q 180.00
Clavo		lb	15	Q 6.00	Q 90.00
Candado		unidad	4	Q 25.00	Q 100.00
Hierro de 1/4		qq	1	Q 290.00	Q 290.00
Hierro de 3/8		qq	5	Q 350.00	Q 1,750.00
Hierro de 1/2		qq	0.6	Q 350.00	Q 210.00
Hierro de 5/8		qq	1	Q 350.00	Q 350.00
Adaptador macho PVC de Ø 2"		unidad	2	Q 9.84	Q 19.68
Codo de HG de 90° de Ø 3/4"		unidad	2	Q 4.75	Q 9.50
Codo de PVC de 90° de Ø 3" para drenaje		unidad	2	Q 14.37	Q 28.74
PVC de drenaje 3" de 100 psi		tubo	4	Q 133.00	Q 532.00
PVC de drenaje 3" de 160 psi		tubo	3	Q 190.00	Q 570.00
Pichacha PVC Ø 4"		unidad	1	Q 60.00	Q 60.00
TEE de PVC Ø 2" para drenaje		unidad	1	Q 13.32	Q 13.32
Tubería PVC Ø 2" para drenaje		tubo	1	Q 76.91	Q 76.91
Válvula de compuerta Ø 3" Br.		unidad	1	Q 479.00	Q 479.00
Válvula de pila Ø 2" para drenaje		unidad	1	Q 45.00	Q 45.00
			Total de materiales con IVA	Q	14,148.15
			Total de materiales sin IVA	Q	12,450.37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	m3	10	Q 20.00	Q	200.00
Construcción tanque de distribución	unidad	1	Q 12,000.00	Q	12,000.00
			SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA	Q	12,200.00
			AYUDANTE 30%	Q	3,660.00
			PRESTACIÓN 37%	Q	4,514.00
			TOTAL MANO DE OBRA	Q	20,374.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q	32,824.37
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 11,488.53
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q	44,312.90
IVA				12%	Q 5,317.55
TOTAL				Q	49,630.45

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
RED DE DISTRIBUCIÓN					
DISTRIBUCIÓN	ml	895	Q 67.20	Q	60,144.63
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	Válvula de PVC de compuerta de Ø 3/4"	unidad	2	Q 52.00	Q 104.00
	Válvula de PVC de compuerta de Ø 1"	unidad	1	Q 71.00	Q 71.00
	Válvula de PVC de compuerta de Ø 1 1/4"	unidad	1	Q 105.00	Q 105.00
	Válvula de PVC de compuerta de Ø 1 1/2"	unidad	1	Q 138.00	Q 138.00
	TEE de PVC de Ø 1"	unidad	1	Q 7.25	Q 7.25
	TEE de PVC de Ø 1 1/2"	unidad	1	Q 15.50	Q 15.50
	TEE de PVC de Ø 2"	unidad	1	Q 66.45	Q 66.45
	Cruz de PVC de Ø 3/4	unidad	1	Q 7.58	Q 7.58
	Tapón hembra de PVC de Ø 3/4"	unidad	2	Q 2.50	Q 5.00
	Codo de PVC de 90° de Ø 3/4"	unidad	1	Q 3.25	Q 3.25
	Codo de PVC de 90° de Ø 1"	unidad	1	Q 6.75	Q 6.75
	Codo de PVC de 90° de Ø 1 1/4"	unidad	1	Q 13.50	Q 13.50
	Reductor Bushing de PVC de Ø 1 1/4" x 1/2"	unidad	7	Q 6.45	Q 45.15
	Reductor Bushing de PVC de Ø 1" x 1/2"	unidad	28	Q 3.89	Q 108.92
	Reductor Bushing de PVC de Ø 3/4" x 1/2"	unidad	12	Q 2.45	Q 29.40
	Reductor Bushing de PVC de Ø 2" x 1 1/4"	unidad	2	Q 32.68	Q 65.36
	Reductor Bushing de PVC de Ø 1 1/2" x 1"	unidad	2	Q 7.23	Q 14.46
	Reductor Bushing de PVC de Ø 1 1/4" x 1"	unidad	1	Q 6.23	Q 6.23
	Reductor Bushing de PVC de Ø 1" x 3/4"	unidad	2	Q 3.70	Q 7.40
	Tubo de PVC de Ø 3/4" de 100 psi	tubo	20	Q 35.85	Q 704.51
	Tubo de PVC de Ø 1/2" de 100 psi	tubo	41	Q 32.20	Q 1,335.98
	Tubo de PVC de Ø 1" de 100 psi	tubo	82	Q 42.65	Q 3,497.30
	Tubo de PVC de Ø 1 1/4" de 100 psi	tubo	5	Q 63.50	Q 288.95
	Tubo de PVC de Ø 2" de 100 psi	tubo	10	Q 175.89	Q 1,720.67
	Total de materiales con IVA				Q 8,367.61
	Total de materiales sin IVA				Q 7,363.50
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de Tubería y accesorios	unidad	895	Q 18.00	Q	16,110.00
Excavación para tubería	m3	165	Q 20.00	Q	3,300.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 19,410.00	
			AYUDANTE 30%	Q	5,823.00
			PRESTACIÓN 37%	Q	7,181.70
TOTAL MANO DE OBRA				Q 32,414.70	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 39,778.20
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 13,922.37
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 53,700.56
IVA				12%	Q 6,444.07
TOTAL					Q 60,144.63

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS							
REGLÓN		U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
CAJA PARA VÁLVULAS							
CAJA		unidad	8	Q 1,256.83	Q	10,054.68	
MATERIAL Y HERRAMIENTA							
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
	Cemento	saco	8	Q 57.00	Q	456.00	
	Arena	m3	0.50	Q 165.00	Q	82.50	
	Piedrín	m3	0.50	Q 175.00	Q	87.50	
	Hierro de 3/8	qq	0.90	Q 350.00	Q	315.00	
	Alambre de amarre	Lb	8	Q 6.00	Q	48.00	
	Madera	pt	50	Q 4.00	Q	200.00	
	Clavo	Lb	7.5	Q 6.00	Q	45.00	
	Candado	unidad	10	Q 25.00	Q	250.00	
	Total de materiales con IVA					Q	1,484.00
	Total de materiales sin IVA					Q	1,305.92
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
Construcción de caja		unidad	8	Q 400.00	Q	3,200.00	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	3,200.00	
				AYUDANTE 30%	Q	960.00	
				PRESTACIÓN 37%	Q	1,184.00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q	5,344.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q	6,649.92	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)					35%	Q 2,327.47	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q	8,977.39	
IVA					12%	Q 1,077.29	
TOTAL					Q	10,054.68	

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
SISTEMA DE CLORACIÓN HIPLOCLORADOR					
	unidad	1	Q 7,837.72	Q	7,837.72
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento		bolsa	10	Q 57.00	Q 570.00
Arena		m3	0.55	Q 165.00	Q 90.75
Piedrín		m3	0.75	Q 175.00	Q 131.25
Madera		pt	100	Q 4.00	Q 400.00
Alambre de amarre		lb	3	Q 6.00	Q 18.00
Clavo		lb	2	Q 6.00	Q 12.00
Hierro de 3/8		qq	1	Q 350.00	Q 350.00
Hierro de 1/2		qq	0.25	Q 350.00	Q 87.50
Adaptador hembra PVC de Ø 1/2"		unidad	1	Q 2.50	Q 2.50
Adaptador macho PVC de Ø 1/2"		unidad	6	Q 1.45	Q 8.70
Codo de PVC de 90° de Ø 1/2"		unidad	1	Q 5.00	Q 5.00
Codo de PVC de 45° de Ø 1/2"		unidad	4	Q 172.00	Q 688.00
Codo de PVC de 90° de Ø 1/2" roscado		unidad	1	Q 3.00	Q 3.00
Dosificador		unidad	1	Q 250.00	Q 250.00
TEE reductor de HG de Ø 3" x 1/2"		unidad	1	Q 185.00	Q 185.00
Tubería PVC Ø 1/2" de 315 psi		tubo	2	Q 29.50	Q 59.00
Válvula de compuerta Ø 1/2" Br.		unidad	2	Q 45.00	Q 90.00
Válvula de compuerta Ø 1/2" plastica.		unidad	1	Q 25.00	Q 25.00
Válvula de flote Ø 1/2" Br.		unidad	1	Q 68.25	Q 68.25
				Total de materiales con IVA	Q 3,043.95
				Total de materiales sin IVA	Q 2,678.68
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Construcción del Hipoclorador	unidad	1	Q 1,500.00	Q	1,500.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q	1,500.00
AYUDANTE				30%	Q 450.00
PRESTACIÓN				37%	Q 555.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	2,505.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 5,183.68
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 1,814.29
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q	6,997.96
IVA				12%	Q 839.76
TOTAL				Q	7,837.72

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
RENLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
CONEXIONES DOMICILIARES					
DOMICILIARES	unidad	33	Q 678.95	Q	22,405.39
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	RENLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
		unidad	33	Q 48.25	Q 1,592.25
		unidad	66	Q 38.83	Q 2,562.78
		Lb	2	Q 6.00	Q 12.00
		unidad	66	Q 1.28	Q 84.48
		gal.	0.5	Q 420.00	Q 210.00
		unidad	33	Q 2.27	Q 74.91
		unidad	66	Q 4.75	Q 313.50
		unidad	33	Q 4.80	Q 158.40
		unidad	33	Q 25.00	Q 825.00
		unidad	33	Q 20.00	Q 660.00
		unidad	19	Q 23.00	Q 437.00
		unidad	9	Q 13.00	Q 117.00
		unidad	18	Q 15.00	Q 270.00
		unidad	3	Q 16.00	Q 48.00
		unidad	5	Q 16.00	Q 80.00
				Total de materiales con IVA	Q 7,445.32
				Total de materiales sin IVA	Q 6,551.88
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Instalación Domiciliar	unidad	33	Q 150.00	Q	4,950.00
				SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA	Q 4,950.00
				AYUDANTE 30%	Q 1,485.00
				PRESTACIÓN 37%	Q 1,831.50
				TOTAL MANO DE OBRA	Q 8,266.50
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 14,818.38
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 5,186.43
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 20,004.82
IVA				12%	Q 2,400.58
TOTAL					Q 22,405.39

PROYECTO: DISEÑO DE LA INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE
 PARA LA COMUNIDAD SAMELB, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, A.V.

CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO DE LA INTRODUCCIÓN DE AGUA

REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5						
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
TRABAJOS PRELIMINARES																									
BODEGA	m2	60																							
			Q	10,935.39																					
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	895																							
			Q	1,642.03																					
TRAZO	ML	895																							
					Q	3,963.34																			
CAPTACIÓN																									
CAPTACIÓN	unidad	1																							
									Q	27,663.63															
LINEA DE CONDUCCIÓN																									
CONDUCCIÓN	ml	156																							
													Q	9,648.99											
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																									
TANQUE	unidad	1																							
														Q	49,630.45										
RED DE DISTRIBUCIÓN																									
DISTRIBUCIÓN	ml	895																							
																	Q	60,144.63							
CAJA PARA VÁLVULAS																									
CAJA	unidad	8																							
																			Q	10,054.68					
CONEXIONES DOMICILIARES																									
DOMICILIARES	unidad	33																							
																					Q	22,405.39			
SISTEMA DE CLORACIÓN																									
HIPOCLORADOR	unidad	1																							
																						Q	7,837.72		
TOTAL DEL PROYECTO																						Q	203,926.25		

3 DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO DE CHIJULJA Y EL CASERIO CHIMXPOP, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ

3.1 Descripción del proyecto

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para los caseríos de Chijulja y Chimxpop es de gran importancia ya que se dotará por primera vez a los habitantes de los caseríos los servicios de alcantarillado y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida.

La eliminación de las descargas de aguas negras no tratadas y de fosas sépticas deficientes en los caseríos de Chijulja y Chimxpop, redundará en un medio ambiente más sano para todos los habitantes del mismo.

La elección del tipo de sistema dependerá de los estudios que se realicen y de los factores tanto económicos como funcionales. Los sistemas de alcantarillado pueden ser.

- Sanitarios.
- Pluviales.
- Separativos.
- Combinados.

3.2 Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de drenaje define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema.

Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son:

- Altimetría
- Planimetría

La planimetría y altimetría pueden ser de 1er., 2do. y 3er. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se ejecutó una topografía de segundo orden; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica, plomadas.

3.2.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales (D_h) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$D_h = \Delta H * 2h * \text{seno}^2 \beta$$

Donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

$2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.

β = ángulo vertical.

3.2.2 Altimetría

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\text{CPO} = \text{CEA} + \text{AI} - \text{HM} + \text{DH} * (\tan (90 - \beta))$$

Donde:

CPO = cota del punto observado

CEA = cota de la estación anterior

AI = altura del instrumento

HM = lectura del hilo medio

β = ángulo vertical.

3.3 Criterios y bases de diseño

El análisis y la investigación del flujo hidráulico, han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos usualmente encontrada en las aguas negras, no es suficiente para hacer que su

comportamiento sea diferente al del agua. Por esta razón se acepta que las aguas negras tengan las mismas características que el agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza. Al igual que el agua, las aguas negras buscarán el nivel bajo cuando son introducidas en una tubería con pendiente. El intento de las aguas negras de buscar su nivel, induce un movimiento como flujo por gravedad.

3.3.1 Dotación

Es la cantidad de agua asignada a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (LT/HAB/DIA).

Para determinar la dotación se consideran factores que influyen en la misma, también las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal, Dirección General de Obras Públicas y normas de urbanismo.

El poblado cuenta con los servicios públicos de electricidad y agua potable. Lo que influyó en la selección de la dotación fue el clima y el nivel de vida.

Dotación asumida = 150 Lt/Hab/Día

3.3.2 Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con eficiencia aceptable; este período variará de acuerdo a:

- la cobertura considerada en el período de diseño estudiado.
- crecimiento de la población.
- capacidad de administración, operación y mantenimiento.

Según el criterio del diseñador y basándose en datos de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal (I.N.F.O.M.); según el capítulo 2 de las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado, los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño; para el proyecto se tomaron 30 años por ser el tiempo de vida útil del proyecto y por los costos del mismo.

3.3.3 Población futura

El estudio de la población se efectúa con el objeto de estimar la población que tributará caudales al sistema, al final del período de diseño, será estimada utilizando alguno de los métodos conocidos. Para los casos de los caseríos de Chijulja y Chimaxpop se optó por el método geométrico. Se calculó la población futura tomando como parámetros: la población actual, tasa de crecimiento y período de diseño.

El método geométrico requiere nada más que una información acerca de la población actual del lugar, ya que la tasa de crecimiento es un dato que se puede establecer con censos recientes y tomando en cuenta el área en que se puede expandir el caserío, así como el período de diseño, el que se tiene establecido. La expresión a utilizar para el cálculo de la población futura es:

$$P_f = P_A (1 + R)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_A = población actual

n = período de diseño

R = tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento con la que se trabajó en los caseríos de Chijulja y Chimxpop es de 2.5 % anual, dato obtenido del censo poblacional efectuado en los caseríos.

Chijulja:

$$P_A = (\text{No .viviendas}) (\text{hab / vivienda})$$

$$P_A = (60 \text{ viviendas}) (6 \text{ hab / vivienda}) = 360 \text{ hab .}$$

$$P_f = 360(1 + 0.025)^{30} = 755 \text{ hab.}$$

La población proyectada para el año 2038 es de 755 habitantes

Chimxpop:

$$P_A = (\text{No .viviendas}) (\text{hab / vivienda})$$

$$P_A = (55 \text{ viviendas}) (6 \text{ hab / vivienda}) = 330 \text{ hab .}$$

$$P_f = 330(1 + 0.025)^{30} = 692 \text{ hab.}$$

La población proyectada para el año 2038 es de 692 habitantes

3.3.4 Factor de retorno

Es el factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que se consume al día y la dotación destinada para cada persona.

Este factor puede variar de 0.70 a 0.80 dependiendo del clima de la región y el acceso al agua; para el proyecto se optó por un factor de 0.80 por ser el más crítico .

3.3.5 Cálculo de caudales

3.3.5.1 Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas que se evacua de cada una de las viviendas. Este caudal debe calcularse con base en el número de habitantes a un futuro, de 30 años y la dotación y el factor de retorno, expresado en litros por segundo.

$$Q_d = \frac{Dt * F.R. * Hab}{86400 \text{ seg/día}}$$

Siendo:

Qd: Caudal de diseño lts/ seg.

F.R.: Factor de retorno

Dt: Dotación lts. / Hab. / Día

Hab: Número de habitantes futuros.

3.3.5.2 Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías de sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño es

necesario hacer el cálculo del caudal de conexiones ilícitas. Utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{c. \text{ilicitas}} = \frac{CiA}{360} = \frac{Ci(A \times \%)}{360}$$

Donde:

Qc. Ilícitas = caudal de conexiones ilícitas (m³ / seg.)

C = Coeficiente de escorrentía (%)

i = Intensidad de lluvia (mm / hora)

A = Área que es factible conectar ilícitamente (hectáreas)

3.3.5.2.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía está en función directa del tipo de superficie por donde corre el agua pluvial, como son techos y pavimentos 0.70 – 0.90, patios y arboledas 0.15 – 0.30.

Chijulja:

Área total de techos = (60 m² x 60 casas) / 10,000 m² / ha.

Área total de techos = 0.36 hectáreas.

Área total de patios = (40 m² x 60 casas) / 10,000 m² / ha.

Área total de patios = 0.24 hectáreas.

$$C = \frac{\sum (c \times a)}{\sum a} = \frac{(0.360 \times 0.80) + (0.240 \times 0.15)}{(0.360 + 0.240)} = 0.54$$

Chimaxpop:

Área total de techos = (60 m² x 55 casas) / 10,000 m² / ha.

Área total de techos = 0.33 hectáreas.

Área total de patios = (40 m² x 55 casas) / 10,000 m² / ha.

Área total de patios = 0.22 hectáreas.

$$C = \frac{\sum (c \times a)}{\sum a} = \frac{(0.33 \times 0.80) + (0.22 \times 0.15)}{(0.33 + 0.22)} = 0.54$$

3.3.5.2.2 Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia que se expresa en mm/hr., se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$i = \frac{13455.2}{T + 104.14} \quad i = \frac{13455.2}{12' + 104.14} = 115.85 \text{ mm / hora}$$

T = tiempo de concentración en minutos, que tiene un valor de 12' por ser tiempo de concentración inicial recorrido en montañas, terreno plano, cunetas, zanjas y depresiones.

3.3.5.3 Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, éste depende de la permeabilidad y longitud de la tubería, la transmisibilidad del suelo, y de la profundidad a la que se coloca la tubería.

Pero como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo; generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12,000 y 18,000 litros por kilómetro por día.

Para este caso, por ser tubería de PVC, no existe caudal de infiltración, dadas las propiedades del material.

3.3.5.4 Caudal de diseño

Es el que se utiliza para diseñar el sistema del drenaje sanitario. Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{diseño} = \text{núm.dehab} \times Fqm \times FH$$

Donde:

núm. de hab. = Número de habitantes en cada uno de los tramos

Fqm = Factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond

3.3.5.4.1 Factor de caudal medio.

Es el factor relacionado con la aportación media de agua por persona, una vez computado el valor de los caudales anteriormente descritos, y al no contar con caudales comerciales e industriales, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor, el cual varía entre el rango de 0.002 a 0.005; si el cálculo del factor está entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio, si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano según sea el caso.

$$Q_{medio} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltración} + Q_{c.licitas}$$

$$fqm = \frac{Q_{medio}}{núm.hab.}$$

3.3.5.4.2 Factor de Harmond

Es un factor experimental que indica la relación que existe entre el caudal domiciliar máximo y el caudal medio. Este factor se calculó por medio de la siguiente expresión:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

FH: Factor de Harmond

P: Población acumulada en miles de habitantes de cada tramo.

3.3.6 Velocidades máximas y mínimas de diseño

La velocidad mínima, está condicionada por las materias orgánicas e inorgánicas que se sedimentan debido al efecto de estancamiento. Si la velocidad no es lo suficiente para arrastrarlas, se irán acumulando hasta taponar las tuberías.

Por otro lado las velocidades altas causan erosión en las tuberías, pues, los materiales abrasivos como la arena desgastan las partes interiores de las mismas a menos que se mantengan las velocidades.

La velocidad mínima admisible en tuberías de PVC es de 0.4 mts/seg. Esto hace que los sólidos no se sedimenten y, por consecuencia, no se obstruya la tubería. Respecto a la velocidad máxima admisible en las tuberías de PVC por lo general se acepta la de 4 mts / seg.

$$V = \left(\frac{1}{N}\right)0.03429(D^{2/3})\left(\frac{S}{100}\right)^{1/2}$$

3.3.7 Pendientes máximas y mínimas

La pendiente que se procura seguir es la paralela a la del terreno, usando esta pendiente y el diámetro, se puede obtener la capacidad del tubo en lts/seg y la velocidad a sección llena.

La pendiente mínima en los colectores es la que provoca las velocidades iguales o mayores a 0.4 m/seg y la pendiente máxima, velocidades menores o iguales a 4 m/seg en tuberías de PVC.

$$S = \frac{Cota..inicial..del..terreno - Cota..final..del..terreno \times 100}{longitud..del..tramo}$$

Para todo diseño de alcantarillado es recomendable seguir la pendiente del terreno, tomando en cuenta siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

3.3.8 Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan en una sección parcialmente llena y para poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena; de los resultados obtenidos se construyó el gráfico y tablas, utilizando para esto la fórmula de Manning.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal de sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas; se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal a sección llena. El resultado obtenido se busca en la gráfica, en el eje de las abscisas, desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales; el valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas; la profundidad de flujo (tirante) se obtiene al multiplicar el valor por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena, ubicar el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente, se traza una horizontal hasta llegar a interceptar la gráfica de velocidades. En este nuevo punto se traza una vertical hacía el eje de las abscisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad a sección llena para así obtener la velocidad de la sección parcial; de igual manera, se calculan las otras características de la sección.

Para utilizar las tablas, primero se determina, la relación (q/Q), el valor se busca en las tablas y si no está el valor exacto, se busca uno que sea

aproximado; en la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) , y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad en una sección llena y así obtener la velocidad de la sección parcial.

Se debé considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- a) Que $Q_{\text{diseño}} \leq Q_{\text{sec llena}}$
- b) La velocidad debe estar comprendida entre:
 - $0.40 \text{ m / seg.} \leq v$ para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para PVC .
 - $V \leq 4.00 \text{ m / seg.}$ para evitar el deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de PVC.
 - $0.60 \text{ m / seg.} \leq v$ para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para tubería de concreto.
 - $V \leq 3.00 \text{ m / seg.}$ para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de concreto.
- c) El tirante debe estar entre:
$$0.10 \leq d/D \leq 0.80$$

Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje con presión.

3.3.9 Cotas invert

Son las cotas o elevaciones que indican a qué profundidad de la superficie se encuentra la tubería de llegada y la de salida en un pozo de visita.

Estas cotas se calculan con base en la pendiente de la tubería y la distancia del tramo respectivo.

3.3.9.1 Detalles de cotas invert

- La cota ívert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota ívert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.
- La cota ívert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetros de las tuberías, cuando éstas son de diferente diámetro.
- Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota ívert de salida debe estar 3 centímetros debajo de la de entrada; si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota ívert de salida será la diferencia de diámetro con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

3.3.10 Diámetro de tubería

Por requerimientos de flujo y por posibilidades de limpieza, el diámetro mínimo debe ser de 6 pulgadas para tuberías PVC en el colector central. Un cambio de diámetro en el diseño está influido por la pendiente, el caudal o la velocidad, para lo cual se toman en cuenta los requerimientos hidráulicos.

3.3.10.1 Profundidad de las tuberías

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite daños al colector ocasionados por las cargas vivas y por el impacto; se deben situar a suficiente profundidad para permitir el drenaje por gravedad de todas las residencias a las que presten servicios. La profundidad mínima recomendada es de 1.20 metros.

A continuación, se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, los que dependen del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla VI. Profundidades mínimas según el diámetro de tubería

PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA COTA INVERT PARA EVITAR RUPTURAS cm.												
DIÁMETRO	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRÁFICO NORMAL	122	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
TRÁFICO PESADO	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	275

Como criterio se utilizaron los anchos de zanja, desde 0.60 metros de ancho, para una profundidad de tubería mínima de 1.2 metros.

3.3.11 Pozos de visita

Los pozos de visita siempre son necesarios en el lugar donde concurren dos o más tuberías así como también en los lugares donde hay cambio de dirección o de pendiente en la línea central de diseño. Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y

limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En cambios de dirección
- En líneas de conducción rectas, a distancias no mayores de 100 o 120 metros
- En cambios de pendiente

En este proyecto los pozos de visita serán de sección circular y con un diámetro de 1.2 metros; las paredes serán de ladrillo tayuyo y su colocación será en punta y en el fondo se hará una losa de concreto armado. La parte superior tendrá forma de cono truncado y llevará una tapadera de forma circular de concreto armado. Se podrá penetrar en él cuando sea necesario efectuar una limpieza. Se colocarán escalones o gradas en forma de zig-zag.

3.3.12 Conexiones domiciliarias

Éstas tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificaciones y llevarlas al alcantarillado central, ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o T en cada lote o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.

Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de agua subterránea y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

Una conexión domiciliar está compuesta por las siguientes partes:

➤ **Caja de registro o candela domiciliar.**

La candela se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o tubos de concreto colocados verticalmente, el lado menor de la caja será de 45 cm.; si fuese circular, el diámetro no podrá ser menor de 12 pulg.; debe tener una tapadera para poder realizar inspecciones, la altura mínima será de 1 metro.

➤ **Tubería secundaria.**

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 4 pulg., en tubería de PVC; debe tener una pendiente mínima de 2 %.

La conexión con el colector central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo entre 30 y 60 grados, en los caseríos se tomará un ángulo de 45 grados aguas abajo, uniendo el tubo de PVC de 4" con el tubo general con el accesorio silleta tipo Y.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se hará solo en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas donde se construya.

Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudal y otros.

3.4 Diseño hidráulico del drenaje sanitario

Ejemplo del procedimiento del cálculo para el tramo que va del pozo de visita PV – 1 al pozo de visita PV – 2 para los caserios Chijulja Y Chimaxpop.

3.4.1 Cálculo del factor de caudal medio.

Chijulja:

$$Q_{medio} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltración} + Q_{c.ilicidas}$$

$$fqm = \frac{Q_{medio}}{núm.hab.}$$

$$Q_d = \frac{Dt * F.R. * Hab}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Q_d = \frac{150 * 0.8 * 755}{86400} = 1.048 \text{ litros / seg.}$$

$$Q_{c.ilicidas} = \frac{CiA}{360} = \frac{Ci(A \times \%)}{360}$$

$$Q_{c.ilicidas} = \frac{0.54 * 0.53 * 115.85}{360} = 0.092 \text{ litros / seg.}$$

$$fqm = \frac{1.83}{667} = 0.002 \quad Q_{medio} = 1.048 + 0.092 + 0 = 1.14 \text{ litros / seg.}$$

Chimaxpop:

$$Q_{medio} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltración} + Q_{c.ilicitas}$$

$$fqm = \frac{Q_{medio}}{núm.hab.}$$

$$Q_d = \frac{Dt * F.R. * Hab}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_d = \frac{150 * 0.8 * 692}{86400} = 0.961 \text{ litros / seg.}$$

$$Q_{c.ilicitas} = \frac{CiA}{360} = \frac{Ci(A \times \%)}{360}$$

$$Q_{c.ilicitas} = \frac{0.54 * 0.53 * 115.85}{360} = 0.092 \text{ litros / seg.}$$

$$fqm = \frac{1.83}{667} = 0.002 \quad Q_{medio} = 0.961 + 0.092 + 0 = 1.05 \text{ litros / seg.}$$

3.4.2 Parámetros de diseño

Chijulja:

➤	Período de diseño	30 años
➤	Densidad de la población	6 habitantes / vivienda
➤	Tasa de crecimiento	2.5 % anual
➤	Población beneficiada actual	360 habitantes
➤	Viviendas actuales	60
➤	Población futura	755 habitantes
➤	Viviendas futuras	126
➤	Sistema adoptado	Drenaje sanitario
➤	Forma de evacuación	Gravedad
➤	Dotación de agua potable	150 lts / hab. / día
➤	Factor de caudal medio	0.002 lts / hab / día
➤	Factor de retorno	0.80
➤	Tubería a utilizar	PVC, norma ASTM F-949
➤	Velocidad mínima	0.4 mts/seg.
➤	Velocidad máxima	4.00 mts/seg.
➤	Lugar de descarga	Rio.

Chimaxpop:

➤	Período de diseño	30 años
➤	Densidad de la población	6 habitantes / vivienda
➤	Tasa de crecimiento	2.5 % anual
➤	Población beneficiada actual	330 habitantes
➤	Viviendas actuales	55
➤	Población futura	692 habitantes
➤	Viviendas futuras	115
➤	Sistema adoptado	Drenaje sanitario

➤	Forma de evacuación	Gravedad
➤	Dotación de agua potable	150 lts / hab. / día
➤	Factor de caudal medio	0.002 lts / hab / día
➤	Factor de retorno	0.80
➤	Tubería a utilizar	PVC, norma ASTM F-949
➤	Velocidad mínima	0.4 mts/seg.
➤	Velocidad máxima	4.00 mts/seg.
➤	Lugar de descarga	Rio.

3.4.3 Datos específicos para el tramo PV1 a PV2

Chijulja:

- Longitud = 70 metros (entre pozos)
- Diámetro de la tubería = 6 pulgadas (se asume el mínimo)
- Cotas del terreno: al inicio = 500
al final = 494.67

➤ Pendiente del terreno = $\frac{(500 - 494.67) \times 100}{70}$

Pendiente del terreno = 7.61 %

- Profundidad del pozo de visita inicial = HPV1 = 1.20 (se asume la mínima)

➤ Cota Invert inicial = cota del terreno al inicio – PV1
Cota Invert inicial PV1 = 500 – 1.20 = 498.60

➤ Cota Invert final PV2 = $C.inicial - \frac{pendiente \times dist.}{100}$

$$Cota \text{ Invert final PV2} = 498.60 - \frac{7.61 \times 70}{100} = 493.70$$

➤ Pendiente de la tubería = 7.61 % (asumida según la velocidad mínima)

➤ Integración al caudal de diseño = núm. de habitantes x fqm x FH

P = población actual

$$P = \frac{12}{1000} = 0.012$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{0.012})}{(4 + \sqrt{0.012})} = 4.407$$

P = población futura

$$P = \frac{25}{1000} = 0.025$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{0.025})}{(4 + \sqrt{0.025})} = 4.36$$

Caudal de diseño actual = 12 x 0.002 x 4.407 = 0.106 lts. / seg.

Caudal de diseño futuro = 25 x 0.002 x 4.36 = 0.220 lts. / seg.

Chimaxpop:

➤ Longitud = 17.43 metros (entre pozos)

➤ Diámetro de la tubería = 6 pulgadas (se asume el mínimo)

➤ Cotas del terreno: al inicio = 1000

al final = 998.57

➤ Pendiente del terreno = $\frac{(1000 - 998.57) \times 100}{17.43}$

Pendiente del terreno = 8.20 %

➤ Profundidad del pozo de visita inicial = HPV1 = 1.40 (se asume la mínima)

➤ Cota Invert inicial = cota del terreno al inicio – PV1

Cota Invert inicial PV1 = 1000 – 1.40 =

998.60

➤ Cota Invert final PV2 = $C_{inicial} - \frac{pendiente \times dist.}{100}$

Cota Invert final PV2 = $998.60 - \frac{8.20 \times 17.43}{100} = 997.37$

➤ Pendiente de la tubería = 8.20 % (asumida según la velocidad mínima)

➤ Integración al caudal de diseño = núm. de habitantes x fqm x FH

P = población actual

$$P = \frac{12}{1000} = 00.012$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{0.012})}{(4 + \sqrt{0.012})} = 4.406$$

P = población futura

$$P = \frac{25}{1000} = 0.025$$

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{0.025})}{(4 + \sqrt{0.025})} = 4.36$$

Caudal de diseño actual = $12 \times 0.002 \times 4.406 = 0.105$ lts. / seg.

Caudal de diseño futuro = $25 \times 0.002 \times 4.36 = 0.218$ lts. / seg.

3.4.4 Diseño hidráulico

Chijulja

➤ Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{1}{N}\right)0.03429(D^{2/3})\left(\frac{S}{100}\right)^{1/2}$$

Donde:

N = coeficiente de rugosidad

D = diámetro de la tubería

S = pendiente

$$V = \left(\frac{1}{0.01}\right)0.03429(6^{2/3})\left(\frac{7.61}{100}\right)^{1/2} = 3.00 \text{ mts/seg.}$$

➤ Caudal a sección llena

$$Q = A \times V$$

Donde:

A = Área a sección llena

V = Velocidad a sección llena

$$Q = 3.00 \times \frac{\pi}{4} (0.1524)^2 \times 1,000 = 54.64 \text{ lts./seg.}$$

Chimxpop

➤ Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{1}{N}\right) 0.03429 (D^{2/3}) \left(\frac{S}{100}\right)^{1/2}$$

Donde:

N = coeficiente de rugosidad

D = diámetro de la tubería

S = pendiente

$$V = \left(\frac{1}{0.01}\right) 0.03429 (6^{2/3}) \left(\frac{8.20}{100}\right)^{1/2} = 2.99 \text{ mts/seg.}$$

➤ Caudal a sección llena

$$Q = A \times V$$

Donde:

A = Área a sección llena

V = Velocidad a sección llena.

$$Q = 2.99 \times \frac{\pi}{4} (0.1524)^2 \times 1,000 = 54.64 \text{ lts./seg.}$$

3.4.5 Relaciones hidráulicas

Deben cumplir con $Q_{\text{dis}} < Q_{\text{sec llena}}$ y el tirante $0.1 \leq d / D \leq 0.75$, para que las tuberías no trabajen a sección llena.

Chijulja

➤ **Cálculos para la población actual**

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.106}{54.64} = 0.0019$$

Teniendo el valor de la relación de caudales, se busca en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, los valores de v/V , d/D y a/A .

$$\frac{v}{V} = 0.1918 \quad \text{Por lo tanto, la Velocidad es de } (0.191 \cdot 3.00) = 0.6 \text{ m/s.}$$

V = 0.6 m/s. sí chequea.

$\frac{d}{D} = 0.032$ Por lo general, en los tramos iniciales no chequea la relación d/D .

➤ **Cálculos para la población futura.**

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.220}{54.64} = 0.0040$$

$$\frac{v}{V} = 0.2433 \text{ Por lo tanto, la Velocidad es de } (0.24 \cdot 3.00) = 0.73 \text{ m/s.}$$

V = 0.73 m/s. sí chequea.

$$\frac{d}{D} = 0.046 \text{ Por lo general en los tramos iniciales no chequea la relación } d/D.$$

El diseño de los demás tramos se presentan en el Anexo.

Chimxpop

➤ **Cálculos para la población actual**

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.105}{54.64} = 0.0019$$

Teniendo el valor de la relación de caudales, se busca en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, los valores de v/V , d/D y a/A .

$$\frac{v}{V} = 0.1918 \text{ Por lo tanto, la Velocidad es de } (0.191 \cdot 2.99) = 0.57 \text{ m/s.}$$

V = 0.57 m/s. sí chequea.

$$\frac{d}{D} = 0.032 \text{ Por lo general en los tramos iniciales no chequea la relación } d/D.$$

➤ **Cálculos para la población futura.**

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.219}{54.64} = 0.0040$$

$$\frac{v}{V} = 0.2433 \text{ Por lo tanto, la Velocidad es de } (0.2433 * 2.99) = 0.72$$

m/s.

V = 0.72 m/s. sí chequea.

$\frac{d}{D} = 0.046$ Por lo general, en los tramos iniciales no chequea la relación d/D.

El diseño de los demás tramos se presentan en el Anexo.

3.5 Ubicación de la descarga

Para seleccionar el punto de descarga de aguas residuales se consultó con los caseríos de Chijulja y Chimaxpop, debido a que cuentan con un río a donde disponer estas aguas.

3.5.1 Importancia del tratamiento de las aguas servidas.

Para cubrir el componente de saneamiento básico, es indispensable cumplir con las normas sanitarias vigentes, de acuerdo con el artículo 94 del Código de la Salud, el cual comprende la adecuada disposición de excretas, la recolección y evacuación de aguas residuales grises; como también, la adecuada disposición de desechos sólidos o basura.

Disposición de excretas

La disposición inadecuada de excretas provoca la diseminación de enfermedades gastrointestinales, siendo la población infantil la más afectada. Los requisitos mínimos para la adecuada disposición de excretas son:

- El suelo debe estar en contacto directo con el hombre, es un recurso valioso, productivo y útil, no debe contaminarse.
- El agua, tanto subterránea como superficial, no debe contaminarse.
- Las excretas deberán disponerse en forma aislada de manera que no sean accesibles, por su alto poder contaminante.
- Debe brindarse una garantía que permita asegurar que las excretas no serán manipuladas accidental o intencionalmente.

Objetivos y clasificación de los métodos de tratamiento

El tratamiento de las aguas negras es el proceso por el cual los sólidos, que el líquido contiene, son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos queden convertidos en sólidos minerales. Dentro de los objetivos, que se consideran, al darle tratamiento a las aguas negras, se tienen:

- La prevención de enfermedades.
- La prevención de malos olores.
- El mantenimiento de aguas limpias para aseo personal y otros propósitos recreativos.
- Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.
- Conservación del agua para uso industrial y agrícola

Existen tres factores básicos determinantes para la implementación de una planta de tratamiento:

- Las características y la cantidad de los sólidos acarreados por las aguas negras.
- Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- La capacidad o aptitud que tenga el terreno (para la eliminación superficial o por irrigación).

Tipos y etapas de tratamiento

Cada etapa en el tratamiento tiene una función específica que contribuye en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad del efluente respecto a su condición inicial, todo proceso de tratamiento contiene varias etapas, las cuales dependen una de la otra en el ciclo de tratamiento:

- Tratamiento preliminar o pretratamiento.
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario

3.5.2. Proceso de tratamiento de las aguas servidas

Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar se diseña para:

- Separar o disminuir el tamaño de los sólidos grandes que flotan.
- Separar los sólidos inorgánicos pesados y las cantidades excesivas de aceites y grasas.

Tratamiento primario

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente, la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario pueden ser tanques o fosas sépticas y tanque Imhoff.

Tanques o fosas sépticas

Están diseñadas para mantener las aguas residuales a velocidades bajas, reducir el contenido de sólidos sedimentables, y bajo condiciones anaerobias, en períodos de retención de 12 a 72 horas, degradar la materia orgánica depositada en el fondo. La descomposición de la materia orgánica produce gases que arrastran a los sólidos y los obligan a subir a la superficie, produciendo la formación de natas acumuladas en la superficie.

Tanques Imhoff

Son cámaras en las cuales pasan las aguas negras, por tener un comportamiento de digestión para un período de sedimentación. Los sedimentadores primarios se fundamentan en separar partículas por diferencia de densidad con ayuda de la fuerza de gravedad. La densidad de las partículas debe ser mayor a las del líquido, las cuales se van hasta la superficie o zona de almacenamiento. Se los aplica para el tratamiento primario de aguas residuales.

Para cumplir con esto se tiene diferentes clases de decantadores como: horizontales, verticales con manto de fango y decantadores con carga sólida artificial.

Tratamiento secundario

Este tratamiento debe hacerse cuando las aguas negras todavía contienen, después del tratamiento primario, más sólidos orgánicos en suspensión o en solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras. Se evita así superar la capacidad autodepuradora del curso receptor (río o arroyo) minimizando la agresión al medio ambiente. Para ello existen, entre otros, dos métodos básicos de tratamiento secundario que pueden aplicarse y que son: lechos percoladores con tanques de sedimentación secundaria y lodos activados.

Tanto los lechos percoladores como los lodos activados dependen de los organismos aerobios, por lo tanto se lo llama descomposición aerobia porque la realizan en presencia de oxígeno libre, a diferencia del tratamiento primario o anaeróbico.

Lecho percolador o lechos de oxidación biológica

Es la unidad de tratamiento secundario más común. Está constituido por grava gruesa de 1.50 mts, aproximadamente de profundidad. Su misión es retener los sólidos disueltos finamente divididos del líquido cloacal y oxidarlos biológicamente (intervienen bacterias, protozoarios, algas, hongos, gusanos y larvas de insectos), para formar un material más estable y sedimentable.

Tanques de sedimentación secundaria

Generalmente, las prácticas y controles de los sedimentadores primarios se aplican igualmente a los secundarios, colocados después de los lechos percoladores. Es esencial que se extraiga frecuentemente el barro sedimentado por medio de bombas, para evitar que ascienda a la superficie.

Lodos activados

El proceso de lodos activados tiene como objetivo la remoción de materia orgánica, de las aguas residuales. La combinación de microorganismos y agua residual se conoce como lodos activados.

Tratamiento terciario

Esta etapa se considera como un nivel avanzado de tratamiento, en el cual se pretende mejorar sustancialmente la calidad del efluente cualitativamente, mediante la desinfección como elemento principal, y el control de nutrientes presentes en las aguas de origen doméstico, como la principal fuente de aportación, a través de procesos fisicoquímicos. Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento terciario de aguas contaminadas están: la microfiltración, la coagulación y precipitación, la absorción por carbón activado, el intercambio iónico, la ósmosis inversa, la electro diálisis, la remoción de nutrientes, la cloración y la ozonización.

3.5.3 Selección del tipo de tratamiento

En la selección del tipo de tratamiento para las aguas residuales existen varios factores importantes que se deben tomar en cuenta para la determinación del mismo.

Dichos factores van asociados a:

- Eficiencia
- Economía
- Operación y mantenimiento
- Factibilidad

3.6 Programa de operación y mantenimiento

Es la aplicación de técnicas para mantener el alcantarillado en buenas condiciones y así garantizar el funcionamiento normal del sistema para el periodo de diseño planificado.

La responsabilidad de mantenimiento y operación de los sistemas será de los comités de vecinos de los caseríos de Chijulja y Chimxpop. El tiempo recomendado para inspeccionar el funcionamiento del sistema debe ser en espacios no mayores a los tres meses.

3.6.1 Objetivo de la unidad operativa

- Organizar actividades relacionadas con la conservación del medio.
- Llevar a cabo el mantenimiento del alcantarillado sanitario, basándose en las guías propuestas.

3.6.2 Naturaleza del documento

Esta guía presenta mecanismos de revisión y mantenimiento del sistema de alcantarillado, y aborda lineamientos operativos para dar el mantenimiento adecuado a las diferentes unidades del sistema de alcantarillado.

3.6.3 Cuándo realizar una inspección al alcantarillado sanitario

La inspección se llevará a cabo cuando sea solicitada por los vecinos del lugar, por el comité comunal, o por la municipalidad.

Se recomienda realizar las inspecciones al sistema, en períodos no mayores de tres meses.

El mantenimiento del sistema lo deberá hacer personal capacitado, auxiliándose con los planos generales del alcantarillado sanitario.

Recomendaciones

Los lineamientos descritos a continuación tratan de los casos más comunes que pueden llegar a surgir en un alcantarillado sanitario. Si se presenta otra anomalía, deberá ser estudiada por el personal capacitado para solucionarla adecuadamente.

Línea Central

Posibles problemas

- Tubería parcialmente tapada
- Tubería totalmente tapada

Solución y reparación

Para descubrir los taponamientos se pueden hacer dos pruebas para identificarlos:

- **Prueba de reflejo.** Consiste en colocar una linterna en el pozo de visita y revisar el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita; si no es percibido claramente, existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.

Se vierte agua mediante presión en el pozo de visita, se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.

- **Prueba de corrimiento de flujo.** Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento de agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal.

Si es un corrimiento muy lento, existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es porque existe un taponamiento total.

Al no lograr despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar y descubrir la tubería para sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento.

3.6.4 Pozos de visita

Posibles problemas

- Acumulación de residuos y lodos
- Deterioro del pozo
- Tapadera del pozo en mal estado

Solución y reparación:

- Al inspeccionar los pozos de visita se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas.
- Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal; los escalones deben estar en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problemas al pozo; si están en mal estado, repararlos o cambiarlos por nuevos.
- Las tapaderas de los pozos de visita deben estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

3.6.5 Conexiones domiciliarias

Problemas posibles:

- Tapadera de la candela en mal estado.
- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada.
- Conexiones de agua pluvial en la tubería.

Solución y reparación:

- Reparar la tapadera de la candela o cambiarla por una nueva, de no hacerlo, se corre el peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y esto provocaría taponamiento.
- Una tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra, esto se verifica en la candela, para ello se introduce agua y se observa si corre libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.
- Si la tubería está totalmente tapada, o si el agua está estancada en ella, se vierte una cantidad de agua en forma brusca para que ésta sea despejada. Si el taponamiento persiste, introducir una guía metálica para tratar de despejar y luego verter agua bruscamente para que el taponamiento sea despejado.

- Si el problema persiste, se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca en la calle la distancia, luego se excava en este sitio; se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo a fin de que las aguas corran libremente.

- Las conexiones de agua de lluvia provocan que se saturen las tuberías, ya que éstas no fueron diseñadas para transportar dicha agua; se procede a cancelar dicha conexión de agua pluvial de la domiciliar.

3.7 Evaluación de impacto ambiental

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe.

Identificación de factores que puedan causar impacto ambiental y a qué parte está afectando

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:

El agua: debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebradas, ríos, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

El suelo: sí impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrá movimientos de tierra. Solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

El aire: si no se verifican las fugas de aguas negras rápidamente, habrá peligro en el ambiente por los malos olores.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud durante la etapa de construcción, ya que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.

Impactos negativos

Los impactos negativos del proyecto se dan sólo en las etapas de construcción y operación del proyecto. Los elementos más impactados negativamente son:

- el suelo
- el agua
- las partículas en suspensión.

Medidas de mitigación:

- Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán

efectuarse en el tiempo más corto posible, compactándose adecuadamente las mismas, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

- Deberá capacitarse a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.

- Orientar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

Plan de contingencia

En áreas planas es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones o asolvamiento en la comunidad beneficiada. Velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado posible.

- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.

- Capacitar a quienes se encargarán de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.

- Velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.

- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.

Programa de monitoreo ambiental

- Supervisar periódicamente si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.
- Monitorear si está organizada la comunidad de acuerdo con lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

Plan de seguridad humana.

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas, guantes, overoles, botas, casco, etc., que minimicen los riesgos de accidentes de salud.
- Debe de desarrollarse un plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo a utilizar.
- Mantener en un lugar de fácil acceso un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

Plan de seguridad ambiental

- En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero éstos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas; de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

Impactos positivos

Cabe resaltar que uno de los impactos positivos que tendrá el proyecto en el ambiente es evitar la contaminación de los acuíferos, pues el objetivo del proyecto es que las aguas servidas no corran a flor de tierra y por lo tanto no contaminen el nivel freático. También cabe mencionar que se evitará la proliferación de bacterias en el ambiente, causantes de enfermedades a los pobladores ayudando con ello a la salud por medio de la obra civil.

3.8 Evaluación socio-económica

3.8.1 Valor Presente Neto (VPN)

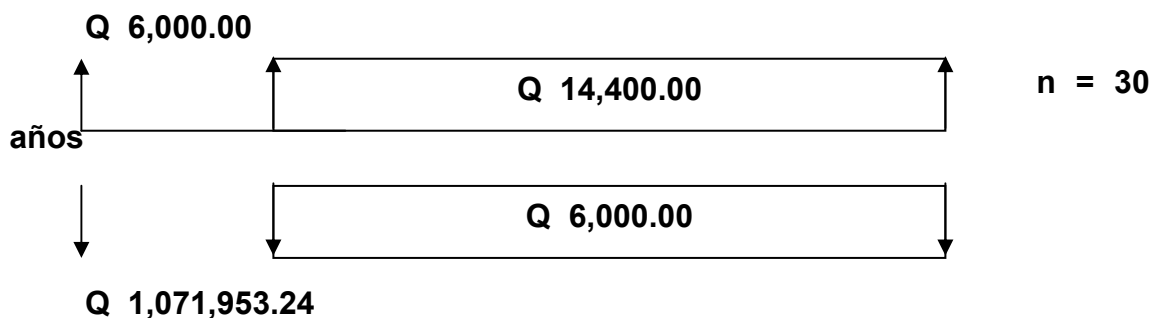
Chijulja

La municipalidad de Tactic pretende invertir Q 1,071,953.24 en la ejecución del proyecto del drenaje sanitario para el caserío de Chijulja. Se pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 500.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 100.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 20. Suponiendo una tasa del 20% al final de

los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo Inicial		Q 1,071,953.24
Ingreso inicial	(Q 100/viv)(60 viv)	Q 6,000.00
Costos anuales	(Q 500/mes)(12 meses)	Q 6,000.00
Ingresos anual	(Q 20/viv)(60 viv)(12 meses)	Q 14,400.00
Vida útil, en años.		30 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 20%.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

$$VPN = - 1,071,953.24 + 6,000 - 6000(1 + 0.20)^{30} + 14,400(1 + 0.20)^{30}$$

$$VPN = 928,307.79$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o la misma naturaleza que circunda el proyecto; es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

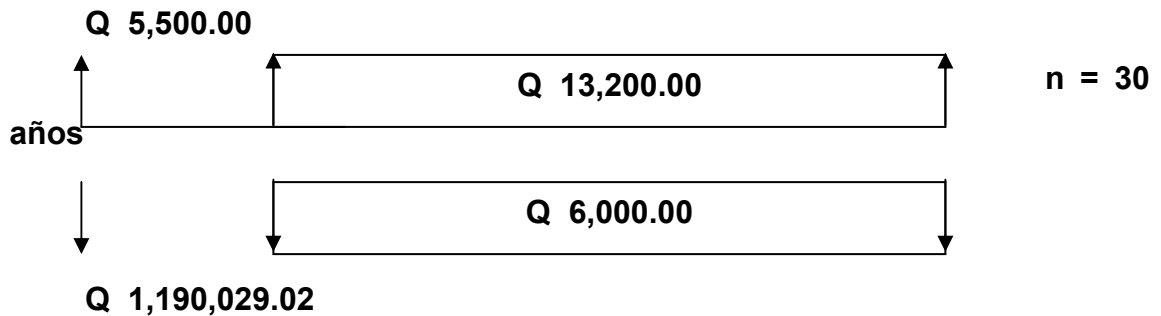
Chimxpop

La municipalidad de Tactic pretende invertir Q 1,190,029.02 en la ejecución del proyecto del drenaje sanitario para el caserío de Chimxpop. Se pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 500.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 100.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 20. Suponiendo una tasa del 20% al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo Inicial		Q 1,190,029.02
Ingreso inicial	(Q 100/viv)(55 viv)	Q 5,500.00
Costos anuales	(Q 500/mes)(12 meses)	Q 6,000.00

Ingresos anual (Q 20/viv)(55 viv)(12 meses) Q 13,200.00
 Vida útil, en 30 años
 años.

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 20%.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

$$VPN = - 1,190,029.02 + 5,500 - 6000(1 + 0.20)^{30} + 13,200(1 + 0.20)^{30}$$

$$VPN = 524,580.44$$

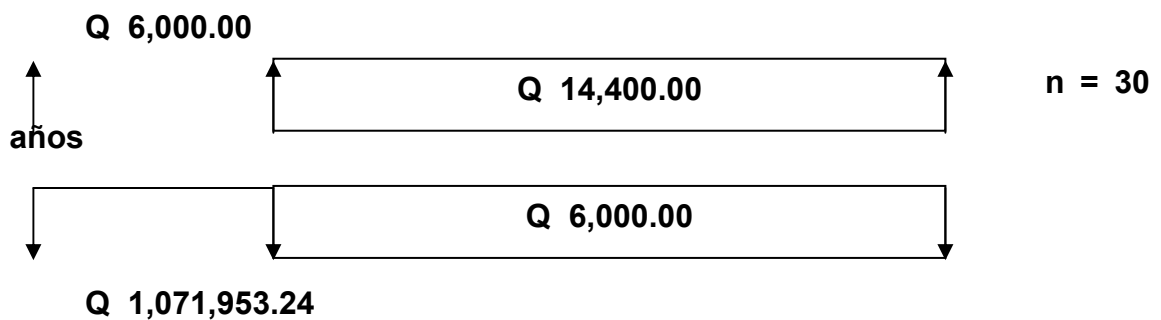
Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o la misma naturaleza que circunda el proyecto; es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

3.8.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

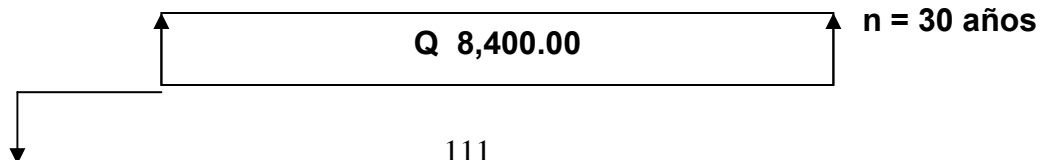
Chijulja

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de drenaje para el caserío de Chijulja con un costo inicial aproximado de Q.1,071,953.24. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6,000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 14,400.00 por la cuota de amortización; también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q 6,000.00 por el total de 60 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 30 años, que corresponde a la vida útil del sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q 14,400.00 y los Q 6,000.00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 1,071,953.24 y los Q 6,000.00 la gráfica podría simplificar a:



Q 1,065,953.24

3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a) Se utiliza una tasa de interés de 15 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -1,065,953.24 + 8,400(1 + 0.15)^{30} \\ \text{VPN} &= -509,774.35 \end{aligned}$$

b) Se utiliza una tasa de interés de 20 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -1,065,953.24 + 8,400(1 + 0.20)^{30} \\ \text{VPN} &= 928,007.83 \end{aligned}$$

4. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\begin{aligned} 20\% &\rightarrow 928,007.83 \\ i &\rightarrow 0 \\ 15\% &\rightarrow -509,774.35 \end{aligned}$$

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{17 - i}{17 - 15} = \frac{928,007.83}{928,007.83 - (-509,774.35)}$$

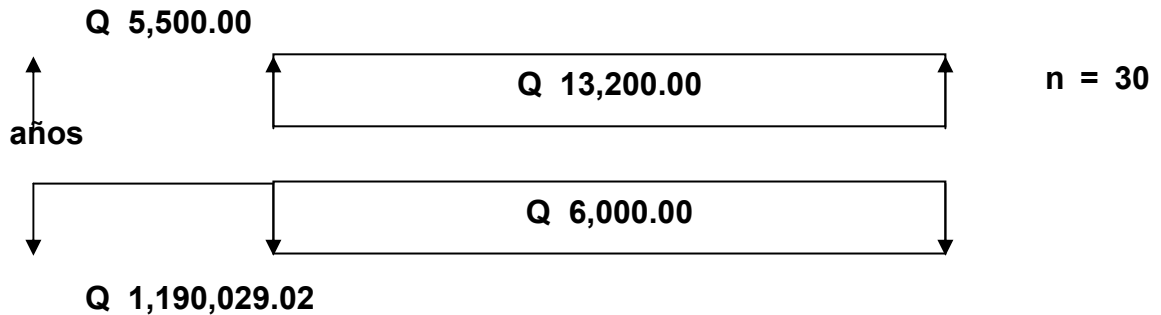
Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 16.7727\%$, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$i = 16.7727 \%$$

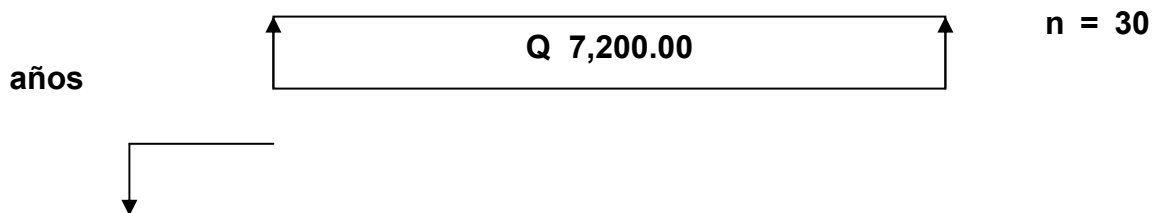
Chimxpop

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de drenaje para el caserío de Chimxpop con un costo inicial aproximado de Q.1,190,029.02. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6,000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 13,200.00 por la cuota de amortización; también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q 6,000.00 por el total de 55 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 30 años, que corresponde a la vida útil del sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q 13,200.00 y los Q 6,000.00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 1,190,029.02 y los Q 6,000.00 la gráfica podría simplificar a:



Q 1,184,529.02

3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a) Se utiliza una tasa de interés de 15 %

$$VPN = - 1,184,529.02 + 7,200(1 + 0.15)^{30}$$

$$VPN = -707,804.26$$

b) Se utiliza una tasa de interés de 20 %

$$VPN = - 1,184,529.02 + 7,200(1 + 0.20)^{30}$$

$$VPN = 524,580.43$$

4. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$20\% \rightarrow 524,580.43$$

$$i \rightarrow 0$$

$$15\% \rightarrow -707,804.26$$

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{20 - i}{20 - 15} = \frac{524,580.43}{524,580.43 - (-707,804.26)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 17.8716 \%$, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$i = 17.8716 \%$$

3.9 Presupuesto

3.9.1 Caserio Chijulja

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO DEL CASERIO CHIJULJA DEL MUNICIPIO DE TACTIC, A.V.				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
DRENAJE SANITARIO				
PRELIMINARES				
BODEGA	m2	60	Q 190.02	Q 11,401.08
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	2460	Q 1.75	Q 4,298.92
TRAZO	ML	2460	Q 2.83	Q 6,963.50
EXCAVACIÓN				
CORTE DE TERRENO	m3	4306	Q 12.41	Q 53,448.11
COLECTOR				
DRENAJE	ml	2,460	Q 218.83	Q 538,315.67
POZOS DE VISITA				
DE 1.70M A 2.00M	unidad	14	Q 5,319.22	Q 74,469.02
DE 2.00M A 3.25M	unidad	8	Q 7,092.29	Q 56,738.30
DE 3.75M A 4.50M	unidad	7	Q 8,865.36	Q 62,057.52
DE 5.25M A 6.00M	unidad	3	Q 10,638.43	Q 31,915.30
DE 6.00M A 7.00M	unidad	3	Q 12,411.50	Q 37,234.51
DE 8.25M A 9.00M	unidad	2	Q 14,184.58	Q 28,369.15
DE 9.00M A 11.00M	unidad	4	Q 15,957.65	Q 63,830.59
DE 13.00M A 17.00M	unidad	3	Q 19,503.79	Q 58,511.38
CONEXIONES DOMICILIARES				
DOMICILIARES	unidad	60	Q 740.00	Q 44,400.18
COSTO TOTAL				Q 1,071,953.24

EL COSTO DEL PROYECTO DEL DRENAJE SANITARIO DEL CASERIO CHIJULJA,
DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ.
UN MILLON SETENTA Y UN MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES CON 24/100.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
TRABAJOS PRELIMINARES					
TRAZO	ML	2460	Q 2.83	Q	6,963.50
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal		saco	16	Q 25.00	Q 400.00
		Total de materiales con IVA			Q 400.00
		Total de materiales sin IVA			Q 352.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de estacas	UNIDAD	74	Q 4.50	Q	333.00
Trazo	m	1476	Q 1.50	Q	2,214.00
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 2,547.00
			AYUDANTE 30%	Q	764.10
			PRESTACIÓN 37%	Q	942.39
	TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,253.49
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q	4,605.49
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 1,611.92
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q	6,217.41
IVA				12%	Q 746.09
TOTAL				Q	6,963.50

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
EXCAVACIÓN						
CORTE DE TERRENO	m3	4306	Q 12.41	Q	53,448.11	
MATERIAL Y HERRAMIENTA						
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Puntas		unidad	7	Q 125.00	Q	875.00
Palas		unidad	7	Q 32.00	Q	224.00
Piochas		unidad	7	Q 38.00	Q	266.00
Uñas		unidad	7	Q 65.00	Q	455.00
Almadanas		unidad	7	Q 32.00	Q	224.00
Azadones		unidad	7	Q 26.00	Q	182.00
Carretillas		unidad	7	Q 135.00	Q	945.00
Total de materiales con IVA					Q	3,171.00
Total de materiales sin IVA					Q	2,790.48
EQUIPO Y MAQUINARIA						
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavadora	8 horas diarias	horas	45	Q 500.00	Q	22,500.00
Total de equipo con IVA					Q	22,500.00
Total de equipo sin IVA					Q	19,800.00
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
Excavación a mano	m3	68	Q 40.00	Q	2,720.00	
Nivelación	m	2460	Q 2.00	Q	4,920.00	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q	7,640.00	
			AYUDANTE	30%	Q	2,292.00
			PRESTACIÓN	37%	Q	2,826.80
TOTAL MANO DE OBRA				Q	12,758.80	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q	35,349.28
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q	12,372.25
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q	47,721.53
IVA				12%	Q	5,726.58
TOTAL					Q	53,448.11

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
COLECTOR					
DRENAJE	ml	2460	Q 218.83	Q	538,315.67
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	Tubo pvc de 6" Novafort	unidad	275	Q 616.52	Q 169,543.00
	Tubo pvc de 8" Novafort	unidad	116	Q 748.00	Q 86,768.00
	Lubricante	galon	39	Q 20.00	Q 780.00
	Material Selecto	m3	120	Q 55.00	Q 6,600.00
	Total de materiales con IVA				Q 263,691.00
	Total de materiales sin IVA				Q 232,048.08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de Tubería	m	2460	Q 6.00	Q	14,760.00
Relleno de material excavado	m3	2920	Q 20.00	Q	58,400.00
Relleno manual por capas	m3	120	Q 9.00	Q	1,080.00
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 74,240.00
			AYUDANTE	30%	Q 22,272.00
			PRESTACIÓN	37%	Q 27,468.80
	TOTAL MANO DE OBRA				Q 123,980.80
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 356,028.88
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)			35%		Q 124,610.11
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 480,638.99
IVA			12%		Q 57,676.68
TOTAL					Q 538,315.67

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
POZOS DE VISITA					
POZOS	unidad	1	Q 5,319.22	Q 5,319.22	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	Ladrillo Tayuyo de 0.065*0.14*0.29	unidad	500	Q 1.00	Q 500.00
	Cemento	sacos	10	Q 49.00	Q 490.00
	Arena	m3	0.4	Q 160.00	Q 64.00
	Piedrín	m3	0.4	Q 170.00	Q 68.00
	Hierro de 1/2	qq	1	Q 280.00	Q 280.00
	Hierro de 3/8	qq	0.5	Q 280.00	Q 140.00
	Alambre de amarre	lb	6	Q 6.00	Q 36.00
	Madera	pt	20	Q 4.00	Q 80.00
	Total de materiales con IVA				Q 1,658.00
	Total de materiales sin IVA				Q 1,459.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	m3	10	Q 50.00	Q 500.00	
Construcción de Pozo	unidad	1	Q 700.00	Q 700.00	
Evacuación de material sobrante	m3	12	Q 25.00	Q 300.00	
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,500.00
			AYUDANTE 10%	Q 150.00	
			PRESTACIÓN 14%	Q 210.00	
	TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,860.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,518.00	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos +fianzas + supervisión + UTILIDAD)			35%	Q 1,231.30	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 4,749.30	
IVA			12%	Q 569.92	
TOTAL				Q 5,319.22	

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
CONEXIONES DOMICILIARES					
DOMICILIARES	unidad	60	Q 740.00	Q	44,400.18
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
		unidad	53.00	Q 60.00	Q 3,180.00
		saco	27.00	Q 57.00	Q 1,539.00
		M3	4.00	Q 165.00	Q 660.00
		M3	2.50	Q 170.00	Q 425.00
		unidad	23	Q 220.00	Q 5,060.00
		unidad	53	Q 82.00	Q 4,346.00
		galon	4	Q 270.00	Q 1,080.00
					Q 16,290.00
					Q 14,335.20
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Instalación Domiciliar	unidad	60	Q 150.00	Q	9,000.00
				Q	9,000.00
			30%	Q	2,700.00
			37%	Q	3,330.00
				Q	15,030.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q	29,365.20
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 10,277.82
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q	39,643.02
IVA				12%	Q 4,757.16
TOTAL				Q	44,400.18

3.9.2 Caserio Chimxpop

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO DEL CASERIO CHIMXPOP DEL MUNICIPIO DE TACTIC, A.V.				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
DRENAJE SANITARIO				
PRELIMINARES				
BODEGA	m2	60	Q 190.02	Q 11,401.08
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	2320	Q 1.75	Q 4,061.84
TRAZO	ML	2320	Q 4.47	Q 10,364.73
EXCAVACIÓN				
CORTE DE TERRENO	m3	2830	Q 18.63	Q 52,723.44
COLECTOR				
DRENAJE	ml	2,320	Q 225.08	Q 522,190.76
POZOS DE VISITA				
DE 1.20M A 2.00M	unidad	2	Q 5,319.22	Q 10,638.43
DE 2.00M A 3.25M	unidad	18	Q 7,092.29	Q 127,661.18
DE 3.75M A 4.50M	unidad	46	Q 8,865.36	Q 407,806.56
CONEXIONES DOMICILIARES				
DOMICILIARES	unidad	55	Q 785.11	Q 43,181.00
COSTO TOTAL				Q 1,190,029.02

EL COSTO DEL PROYECTO DEL DRENAJE SANITARIO DEL CASERIO CHIMXPOP,
DEL MUNICIPIO DE TACTIC, ALTA VERAPAZ.
UN MILLON CIENTO NOVENTA MIL VEINTINUEVE CON 02/100.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
TRABAJOS PRELIMINARES					
TRAZO	ML	2320	Q 4.47	Q 10,364.73	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal		saco	16	Q 25.00	Q 400.00
					Q 400.00
					Q 352.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de estacas	UNIDAD	92	Q 4.50	Q 414.00	
Trazo	m	2320	Q 1.50	Q 3,480.00	
				Q 3,894.00	
			AYUDANTE	30%	Q 1,168.20
			PRESTACIÓN	37%	Q 1,440.78
				Q 6,502.98	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 6,854.98	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)			35%	Q 2,399.24	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 9,254.22	
IVA			12%	Q 1,110.51	
TOTAL				Q 10,364.73	

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
EXCAVACIÓN						
CORTE DE TERRENO	m3	2830	Q 18.63	Q	52,723.44	
MATERIAL Y HERRAMIENTA						
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Puntas		unidad	5	Q 125.00	Q	625.00
Palas		unidad	5	Q 32.00	Q	160.00
Piochas		unidad	5	Q 38.00	Q	190.00
Uñas		unidad	5	Q 65.00	Q	325.00
Almadanas		unidad	5	Q 32.00	Q	160.00
Azadones		unidad	5	Q 26.00	Q	130.00
Carretillas		unidad	5	Q 135.00	Q	675.00
				Total de materiales con IVA	Q	2,265.00
				Total de materiales sin IVA	Q	1,993.20
EQUIPO Y MAQUINARIA						
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavadora	8 horas diarias	horas	48	Q 500.00	Q	24,000.00
				Total de equipo con IVA	Q	24,000.00
				Total de equipo sin IVA	Q	21,120.00
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
Excavación a mano	m3	60	Q 40.00	Q	2,400.00	
Nivelación	m	2320	Q 2.00	Q	4,640.00	
				SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA	Q	7,040.00
				AYUDANTE 30%	Q	2,112.00
				PRESTACIÓN 37%	Q	2,604.80
				TOTAL MANO DE OBRA	Q	11,756.80
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q	34,870.00
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q	12,204.50
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q	47,074.50
IVA				12%	Q	5,648.94
TOTAL					Q	52,723.44

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
COLECTOR					
DRENAJE	ml	2320	Q 225.08	Q	522,190.76
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	Tubo pvc de 6" Novafort	unidad	275	Q 616.52	Q 169,543.00
	Tubo pvc de 8" Novafort	unidad	116	Q 748.00	Q 86,768.00
	Lubricante	galon	39	Q 20.00	Q 780.00
	Material Selecto	m3	120	Q 55.00	Q 6,600.00
	Total de materiales con IVA				Q 263,691.00
	Total de materiales sin IVA				Q 232,048.08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de Tubería	m	2320	Q 6.00	Q	13,920.00
Relleno de material excavado	m3	2640	Q 20.00	Q	52,800.00
Relleno manual por capas	m3	126	Q 9.00	Q	1,134.00
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 67,854.00
			AYUDANTE 30%	Q	20,356.20
			PRESTACIÓN 37%	Q	25,105.98
	TOTAL MANO DE OBRA				Q 113,316.18
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 345,364.26
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)				35%	Q 120,877.49
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 466,241.75
IVA				12%	Q 55,949.01
TOTAL					Q 522,190.76

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
POZOS DE VISITA					
POZOS	unidad	1	Q 5,319.22	Q 5,319.22	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
núm.	REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ladrillo Tayuyo de 0.065*0.14*0.29		unidad	500	Q 1.00	Q 500.00
Cemento		sacos	10	Q 49.00	Q 490.00
Arena		m3	0.4	Q 160.00	Q 64.00
Piedrín		m3	0.4	Q 170.00	Q 68.00
Hierro de 1/2		qq	1	Q 280.00	Q 280.00
Hierro de 3/8		qq	0.5	Q 280.00	Q 140.00
Alambre de amarre		lb	6	Q 6.00	Q 36.00
Madera		pt	20	Q 4.00	Q 80.00
Total de materiales con IVA					Q 1,658.00
Total de materiales sin IVA					Q 1,459.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	m3	10	Q 50.00	Q 500.00	
Construcción de Pozo	unidad	1	Q 700.00	Q 700.00	
Evacuación de material sobrante	m3	12	Q 25.00	Q 300.00	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 1,500.00
			AYUDANTE 10%	Q 150.00	
			PRESTACIÓN 14%	Q 210.00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q 1,860.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,518.00	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD)			35%	Q 1,231.30	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 4,749.30	
IVA			12%	Q 569.92	
TOTAL				Q 5,319.22	

CONCLUSIONES

1. A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se pudo conocer los problemas que afrontan las comunidades del municipio de Tactic, Alta Verapaz; determinando como las principales necesidades para los caseríos de Samelb 1, Chijulja y Chimxpop, la introducción de agua y drenaje sanitario.
2. Para la ejecución del diseño de la introducción de agua para el caserío de Samelb 1, se seleccionó el Sistema por Gravedad debido a que este lugar cuenta con un nacimiento.
3. El proyecto de drenaje sanitario para los caseríos de Chijulja y Chimaxpop, es importante debido a que a que la población es víctima de enfermedades de tipo gastro-intestinal, causadas por aguas negras. Se demostrará que con una correcta evacuación de las aguas residuales, la población será beneficiada, ya que esto ayudará a preservar el medio ambiente.
4. Es importante tomar en cuenta una planta de tratamiento para las aguas negras, pues con ello se reducirá la contaminación ambiental y preservará la flora y la fauna, pudiéndose reutilizar dichas aguas para usos diversos, pero bajo las condiciones estrictas del tipo de tratamiento que se planificó.

RECOMENDACIONES

1. La Oficina Municipal de Planificación deberá exigir a la entidad ejecutora del proyecto el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos.
2. La municipalidad de Tactic, Alta Verapaz deberá poner en marcha un sistema de monitoreo y mantenimiento en cada uno de los proyectos que se ejecuten, para que éstos puedan ser funcionales a lo largo de los años, para los cuales fueron diseñados.
3. Corroborar, fehacientemente, que todos los materiales a utilizar cumplan con las especificaciones de resistencia mínima que se indican en los planos adjuntos, teniendo mayor cuidado en cuanto a la resistencia de la tubería de PVC.
4. Evitar en el mayor grado posible la tala inconsciente e inmoderada de árboles y tomar medidas y acciones de reforestación, para evitar erosiones y degeneración del suelo.
5. Capacitar a la población del lugar, sobre el funcionamiento y mantenimiento del proyecto para que tenga la durabilidad planificada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cameros Marroquín, Leonel Orlando. Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranda, Gualán, Zacapa. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 88 pp.
2. CIFUENTES Barrios, Marco Tulio. Estudio de introducción de drenajes sanitarios y planta de tratamiento en el caserío El Silencio, Municipio de Coatepeque, Departamento de Quetzaltenango. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2004.
3. **INFOM. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales.** Segunda revisión. Guatemala. s.e. 1997. 66 pp.

APÉNDICE

1. Cálculos hidráulicos de la red de distribución.
2. Cálculos hidráulicos del drenaje sanitario.
3. Tablas de relaciones hidráulicas.
4. Análisis del agua.
5. Planos

Apendice 1. Cálculos hidráulicos de la red de distribución

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

DATOS

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CASERIO SAMELV TACTIC

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

FECHA: ABRIL DE 2009

Total de Viviendas	33	
Población actual	116	habitantes
Tasa de crecimiento	2.5	%
Dotación	150	lt/hab/día
Periodo de diseño	21	años
Población futura	195	habitantes
Qmedio diario	0.34	lt/seg
F.D.M (1.2 a 1.5 Pf<1000; 1.2 Pf >1000)	1.2	
F.H.M (2 a 3 Pf < 1000; 2 Pf >1000)	2.5	

LINEA DE CONDUCCIÓN

CALCULO 1/2 POR GRAVEDAD

TRAMO DE ESTACIÓN 0 A ESTACIÓN 19

Q de conducción (Q. diario maximo)	0.41	Lts/seg
Cota de terreno inicial	100	m
Cota de terreno final	97.25	m
Carga dinámica	0	m
Carga disponible	2.75	m
Longitud tramo	5.30	m
Longitud Real del Tramo (+5%)	5.57	m
Coeficiente "C"	150	

FORMULA A UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS"

Diámetro Téorico (en Plg)	0.57		
Diámetro 1 (Interno en Plg)	1.195	<u>1</u>	<u>250 PSI</u>
hf Diametro 1	0.33		

Longitud Diametro 1	5.57	
No. de Tubos de Diám.1	1	
Hf Real 1	0.97	m
Cota Piezometrica 1	96.28	m
Velocidad Diametro 1	0.57	m/seg
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s	OK
<u>RESUMEN:</u> SE USARA 1 TUBOS PVC DE 250 PSI CON DIAMETRO DE 1"		

VOLUMEN DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		
CALCULO 2/2		POR GRAVEDAD
UBICADO EN ESTACIÓN 19		
Qmedio diario	0.34	lt/seg
Volumen del tanque	12	Metros cúbicos
% Para el Volumen del Tanque 25% - 40%		

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LINEA DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 UBICACIÓN: CASERIO SAMUEL TACÓ
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ
 FECHA: ABRIL DE 2009

PARÁMETROS DE DISEÑO

Condiciones Dominantes:	33 Cabaz	F.O.M	1.2 F.O.M (1.2 a 1.5 Pp=1000; 1.2 Pp>1000)
Población actual	116 habitantes	F.R.M	2.5 F.R.M (2.5 a 3 Pp< 1000; 2 Pp> 1000)
Tarifa de crédito	2.5 %	Q de distribución	0.88 lit/seg
Población	150 habitantes	Q unitario	0.03 lit/seg
Período de diseño	21 años	Coefficiente "C"	150
Población futura	195 habitantes	Factor "K" (distribución por banco)	0.15 (0.15-55 viviendas; 0.20-550 viviendas)
Caudal diario	0.34 lit/s	POBLACIÓN A UTILIZAR "HAZEM WILLMIOS"	

R.Á.M.Á.L."1"

CÁLCULO 2.0		CÁLCULO 2.1		CÁLCULO 2.2		CÁLCULO 2.3		CÁLCULO 2.4		CÁLCULO 2.5		CÁLCULO 2.6		CÁLCULO 2.7		CÁLCULO 2.8		CÁLCULO 2.9		CÁLCULO 2.10	
T RAMO	CO TA DE TERRENO (m)	DIFEREN CIA DE AL TU RA (m)	LO NGIT UD DEL T RAMO (m)	PE NDI EN T E (‰) DEL T ERRE NO	LO NGIT UD DE TU BER IA DEL T RAMO (m)	N.º DE VIV IEN DAS DEL T RAMO	Q d 1 (D istribuido (n) / l/s)	Q d 2 (D istribuido (n) / l/s)	Q DE DISEÑO A U S A R (l/s)	DIA M E T RO TEÓ R IC O (R U)	DIA M E T RO COM E R C I A L (R U)	DIA M E T RO I N T E R N O R E A L (R U)	H (m)	Vm/s	CHE QUE O DE VE LO CI DA D (D. am/s) (V=4m/s)	Re am e t r i a s (m)	Pre s i ó n D i s p o n i b l e (mca)	N.º DE TU B O S			
E-1	97.25	15.00	79.27	28.07	83.24	33	0.99	0.85	0.99	0.91	1.12	1.754	0.88	0.64	OK	97.25	21.37	14			
E-2	75.00	45.53	105.04	25.20	110.30	26	0.78	0.75	0.78	0.85	1	1.195	4.81	1.06	OK	95.37	43.03	18			
E-3	48.53	33.45	265.77	5.67	275.06	18	0.54	0.62	0.62	1.05	3+4	0.926	27.42	1.42	OK	91.96	30.69	47			

R.Á.M.Á.L."2"

CÁLCULO 3.0		CÁLCULO 3.1		CÁLCULO 3.2		CÁLCULO 3.3		CÁLCULO 3.4		CÁLCULO 3.5		CÁLCULO 3.6		CÁLCULO 3.7		CÁLCULO 3.8		CÁLCULO 3.9		CÁLCULO 3.10	
T RAMO	CO TA DE TERRENO (m)	DIFEREN CIA DE AL TU RA (m)	LO NGIT UD DEL T RAMO (m)	PE NDI EN T E (‰) DEL T ERRE NO	LO NGIT UD DE TU BER IA DEL T RAMO (m)	N.º DE VIV IEN DAS DEL T RAMO	Q d 1 (D istribuido (n) / l/s)	Q d 2 (D istribuido (n) / l/s)	Q DE DISEÑO A U S A R (l/s)	DIA M E T RO TEÓ R IC O (R U)	DIA M E T RO COM E R C I A L (R U)	DIA M E T RO I N T E R N O R E A L (R U)	H (m)	Vm/s	CHE QUE O DE VE LO CI DA D (D. am/s) (V=4m/s)	Re am e t r i a s (m)	Pre s i ó n D i s p o n i b l e (mca)	N.º DE TU B O S			
E-2	48.53	24.67	188.66	12.65	196.10	7	0.21	0.37	0.37	0.73	3+4	0.926	7.43	0.85	OK	91.96	29.46	33			

R.Á.M.Á.L."3"

CÁLCULO 4.0		CÁLCULO 4.1		CÁLCULO 4.2		CÁLCULO 4.3		CÁLCULO 4.4		CÁLCULO 4.5		CÁLCULO 4.6		CÁLCULO 4.7		CÁLCULO 4.8		CÁLCULO 4.9		CÁLCULO 4.10	
T RAMO	CO TA DE TERRENO (m)	DIFEREN CIA DE AL TU RA (m)	LO NGIT UD DEL T RAMO (m)	PE NDI EN T E (‰) DEL T ERRE NO	LO NGIT UD DE TU BER IA DEL T RAMO (m)	N.º DE VIV IEN DAS DEL T RAMO	Q d 1 (D istribuido (n) / l/s)	Q d 2 (D istribuido (n) / l/s)	Q DE DISEÑO A U S A R (l/s)	DIA M E T RO TEÓ R IC O (R U)	DIA M E T RO COM E R C I A L (R U)	DIA M E T RO I N T E R N O R E A L (R U)	H (m)	Vm/s	CHE QUE O DE VE LO CI DA D (D. am/s) (V=4m/s)	Re am e t r i a s (m)	Pre s i ó n D i s p o n i b l e (mca)	N.º DE TU B O S			
E-1	75.00	67.03	7.97	3.24	268.15	7	0.21	0.37	0.37	0.57	3+4	0.926	9.68	0.85	OK	95.37	19.66	43			

**APENDICE 3. TABLAS DE RELACIONES HIDRÁULICAS DE UNA
ALCANTARILLA DE SECCIÓN CIRCULAR.**

RELACIONES HIDRÁULICAS PARA UNA ALCANTARILLA DE SECCIÓN CIRCULAR							
D/D	a/A	v/V	Q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030	0.0975	0.05011	0.3930	0.019690
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1000	0.05204	0.4010	0.208680
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1025	0.05396	0.4080	0.022016
0.0125	0.02370	0.103	0.000244	0.1050	0.05584	0.4140	0.023118
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1075	0.05783	0.4200	0.024289
0.0175	0.00391	0.129	0.000504	0.1100	0.05986	0.4260	0.025500
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1125	0.06186	0.4320	0.026724
0.0225	0.00569	0.152	0.000865	0.1150	0.06388	0.4390	0.028043
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1175	0.06591	0.4440	0.029264
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1200	0.06797	0.4500	0.030587
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1225	0.07005	0.4560	0.031943
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1250	0.07214	0.4630	0.033401
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1275	0.07426	0.4680	0.034754
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1300	0.07640	0.4730	0.036137
0.0400	0.01342	0.221	0.002233	0.1325	0.07855	0.4790	0.037625
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1350	0.08071	0.4840	0.039064
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1375	0.08289	0.4900	0.040616
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1400	0.08509	0.4950	0.042120
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1425	0.08732	0.5010	0.043747
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.1450	0.08954	0.5070	0.045697
0.0550	0.02154	0.273	0.005850	0.1475	0.09129	0.5110	0.046649
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.1500	0.09406	0.5170	0.048629
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.1525	0.09638	0.5220	0.050310
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.1550	0.09864	0.5280	0.052082
0.0650	0.02758	0.305	0.008412	0.1575	0.10095	0.5330	0.053060
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.1600	0.10328	0.5380	0.055563
0.0700	0.03078	0.320	0.165000	0.1650	0.10796	0.5480	0.059162
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.1700	0.11356	0.5600	0.063594
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.1750	0.11754	0.5680	0.066765
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.1800	0.12241	0.5770	0.070630
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.1850	0.12733	0.5870	0.074743
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.1900	0.13229	0.6960	0.078845
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.1950	0.13725	0.6050	0.083039
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.2000	0.14238	0.6150	0.087564
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.2050	0.14750	0.6240	0.091040
0.0925	0.04642	0.381	0.017918	0.2100	0.15266	0.6330	0.096634
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.2150	0.15786	0.6440	0.101662

RELACIONES HIDRAULICAS PARA UNA ALCANTARILLA DE SECCION CIRCULAR							
D/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	A/A	v/V	q/Q
0.220	0.16312	0.651	0.10619	0.59	0.61396	1.066	0.65488
0.225	0.16840	0.659	0.11098	0.60	0.62646	1.072	0.64157
0.230	0.14350	0.669	0.11611	0.61	0.63892	1.078	0.68876
0.235	0.17913	0.670	0.12109	0.62	0.65131	1.083	0.70537
0.240	0.18455	0.684	0.12623	0.63	0.66363	1.089	0.72269
0.245	0.19000	0.692	0.13148	0.64	0.67593	1.094	0.73947
0.250	0.19552	0.702	0.13726	0.65	0.68770	1.098	0.75510
0.260	0.20660	0.716	0.14793	0.66	0.70053	1.104	0.77339
0.270	0.21784	0.730	0.15902	0.67	0.71221	1.108	0.78913
0.280	0.22921	0.747	0.17122	0.68	0.72413	1.112	0.80523
0.290	0.24070	0.761	0.18317	0.69	0.73596	1.116	0.82133
0.300	0.25232	0.776	0.19580	0.70	0.74769	1.120	0.83741
0.310	0.26403	0.790	0.20858	0.71	0.75957	1.124	0.85376
0.320	0.25870	0.804	0.22180	0.72	0.77079	1.126	0.86791
0.330	0.28786	0.817	0.23516	0.73	0.78216	1.130	0.88384
0.340	0.29978	0.830	0.24882	0.74	0.79340	1.132	0.89734
0.350	0.31230	0.843	0.26327	0.75	0.80450	1.134	0.91230
0.360	0.32411	0.856	0.27744	0.76	0.81544	1.136	0.92634
0.370	0.33637	0.868	0.29197	0.77	0.82623	1.137	0.93942
0.380	0.34828	0.879	0.30649	0.78	0.83686	1.139	0.95321
0.390	0.36108	0.891	0.32172	0.79	0.85101	1.140	0.97015
0.400	0.34354	0.902	0.33693	0.80	0.86760	1.140	0.98906
0.410	0.38604	0.913	0.35246	0.81	0.87859	1.140	1.00045
0.420	0.39858	0.921	0.36703	0.82	0.87759	1.140	1.00045
0.430	0.40890	0.934	0.39191	0.83	0.88644	1.139	1.00965
0.440	0.42379	0.943	0.39963	0.84	0.89672	1.139	1.02140
0.450	0.43645	0.955	0.41681	0.85	0.90594	1.138	1.03100
0.460	0.44913	0.964	0.43296	0.86	0.91491	1.136	1.04740
0.470	0.46178	0.973	0.44931	0.87	0.92361	1.134	1.04740
0.480	0.47454	0.983	0.46647	0.88	0.93202	1.131	1.05410
0.490	0.48742	0.991	0.48303	0.89	0.94014	1.128	1.06030
0.500	0.50000	1.000	0.50000	0.90	0.94796	1.124	1.06550
0.510	0.51258	1.009	0.51719	0.91	0.95541	1.120	1.07010
0.520	0.52546	1.016	0.53387	0.92	0.96252	1.116	1.07420
0.530	0.53822	1.023	0.55060	0.93	0.96922	1.109	1.07490
0.540	0.55087	1.029	0.56685	0.94	0.97554	1.101	1.07410
0.550	0.56355	1.033	0.58215	0.95	0.98130	1.094	1.07350
0.560	0.57621	1.049	0.60444	0.96	0.96658	1.086	1.07140
0.570	0.58882	1.058	0.62297	0.97	0.99126	1.075	1.06560
0.580	0.60142	1.060	0.63750	0.98	0.99522	1.062	1.05890

APENDICE 4. Análisis del agua.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004076

O.T. No. 24 620		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 23 511	
INTERESADO:	JOSÉ ROBERTO CHOCOOJ ITEN (CARNÉ 199910986)	PROYECTO:	EPS "Diseño y planificación del sistema de agua potable en el caserío de abastecimiento de agua potable para el caserío Samelb"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingeniería-USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	SAMELB I TACTIC	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-02-25, 05 h 00 min.		
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-02-25, 10 h 00 min.		
MUNICIPIO:	Tactic	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	--° C
2. COLOR:	03,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	397,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	01,00 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	7,20 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,05	6. CLORUROS (Cl)	20,00	11. SOLIDOS TOTALES	218,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,27	12. SOLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃)	07,92	8. SULFATOS (SO ₄)	13,00	13. SOLIDOS FIJOS	212,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,60
5. MANGANESO (Mn)	00,042	10. DUREZA TOTAL	140,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	210,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	176,00	176,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21TH EDITION 1 005, NORMA COGUANOR 1001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 2901 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-03-11

Vo.Bo.
Inga. Tetzia Marcela Cano M
DIRECTORA CIUSAC



Zenón Muñoz Santos
Ing. Químico No. 420
M. Sc. en Ingeniería Costeña
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-300 315	
O.T. No. 24 620	INTERESADO	PROYECTO:	EPS "Diseño y planificación del sistema de agua potable en el caserío Samelb "
	JOSE ROBERTO CHOCOJO ITEN (Carné 199910986)	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERIA -USAC
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-02-25; 05 h 00 min.
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Samelb I Tactic	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2009-02-25; 10 h 00 min
FUENTE:	Nacimiento	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
MUNICIPIO:	Tactic	SABOR:	-----
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	COLOR RESIDUAL	-----
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua potable. Guatemala, 2009 -03-11

.Vo.Bo.

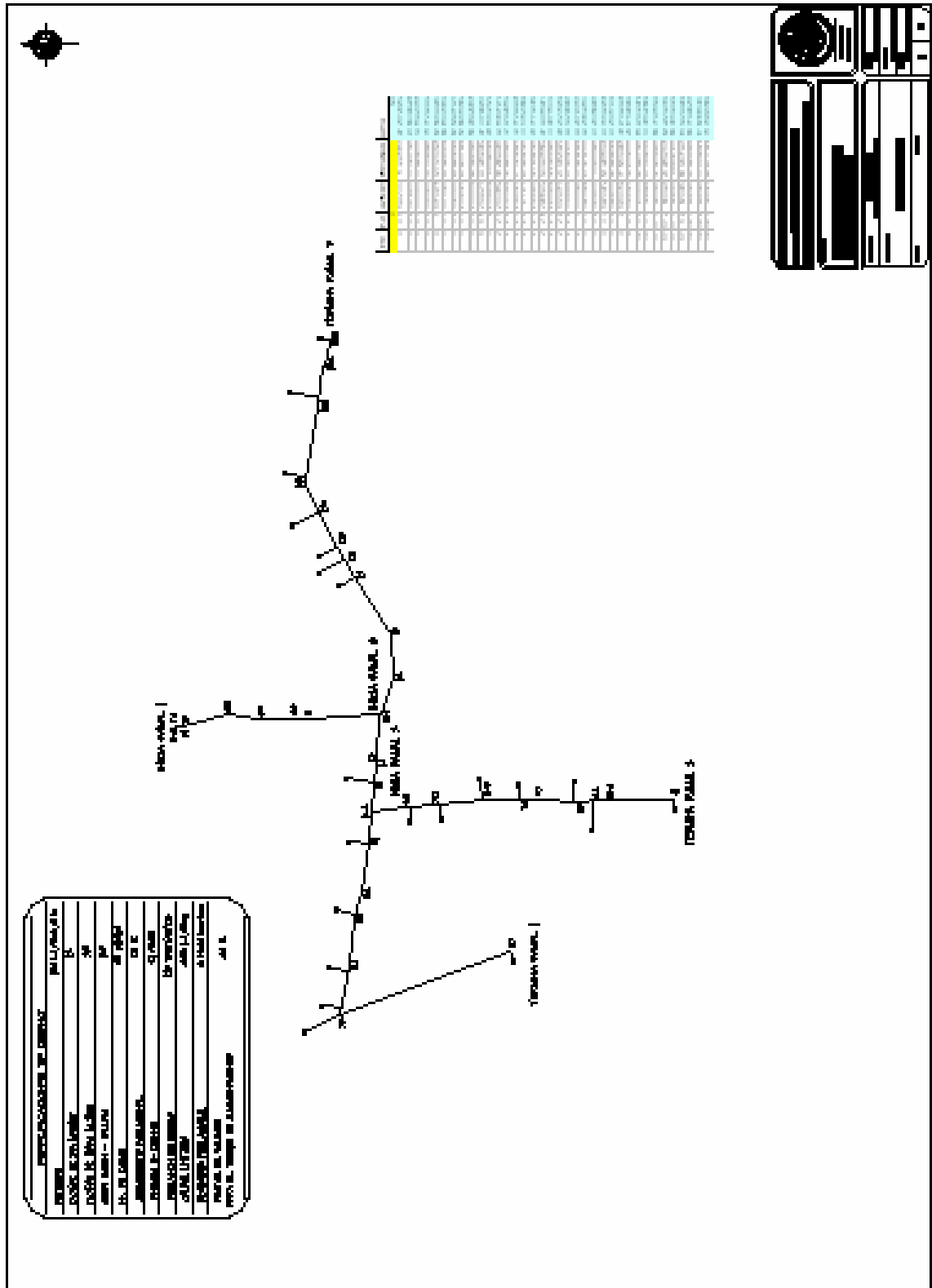
Inga. Teina Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

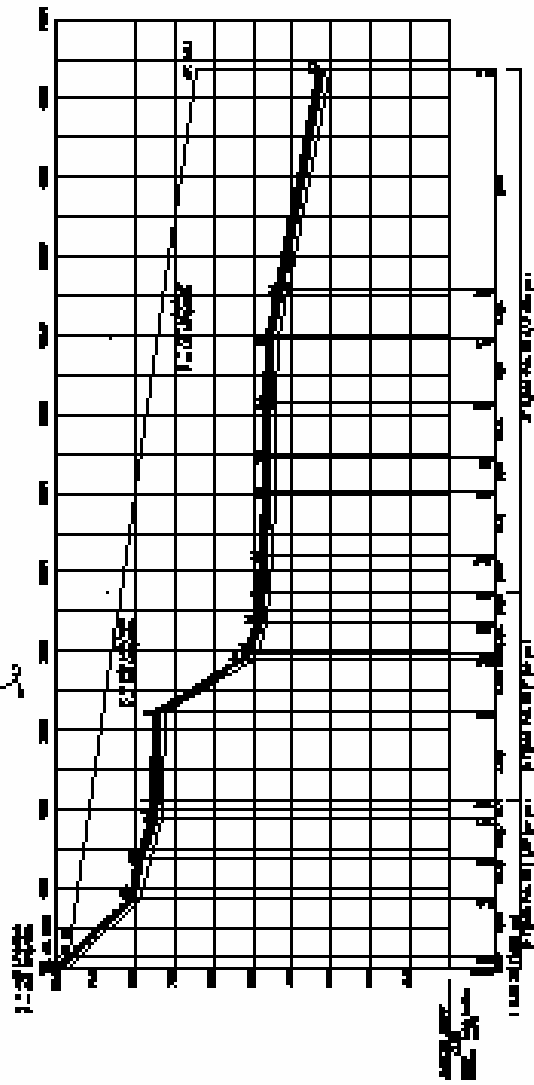
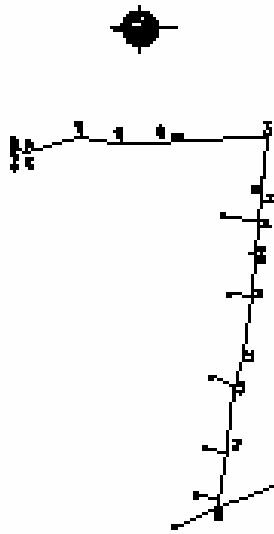


Zerth y Muñoz Santos
Ing. Rubén Col, No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio




APENDICE 5. PLANOS



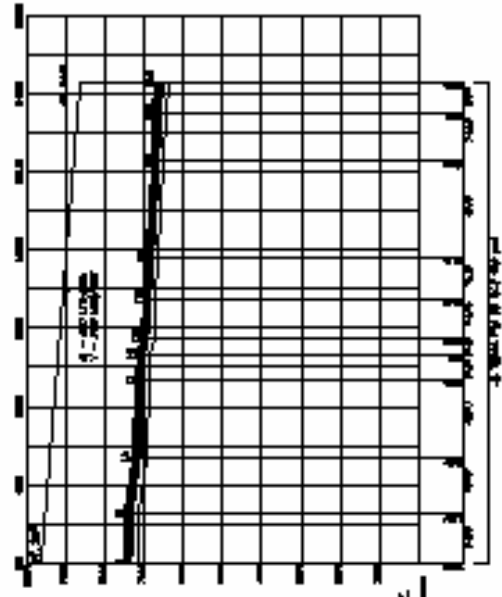


PLANTA PERIL BAWAL I

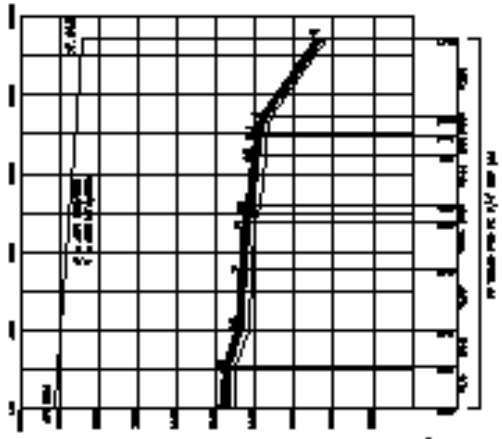
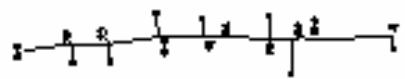
SEKOLAH MENENGGAH PERTAMA
KOTA KINERATA

		No. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
Nama : Kelas : No. Absen :		Nama : Kelas : No. Absen :	

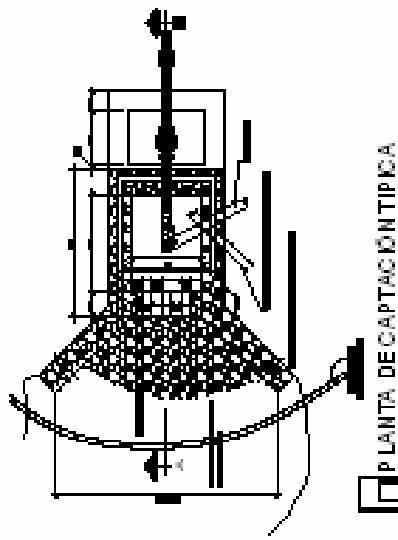
	
	



PLANTA DEBIL. PAVIL. 2

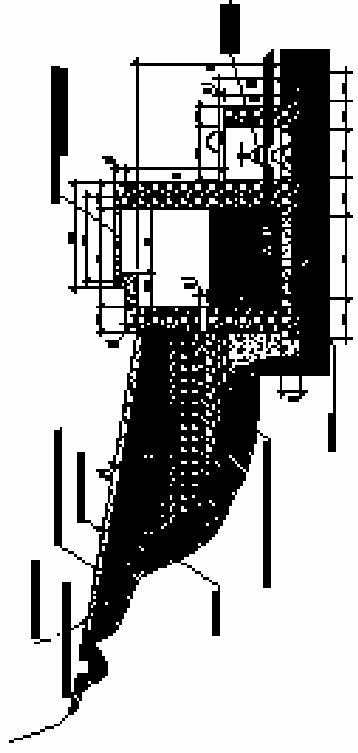


PLANTA DEBIL. PAVIL. 2

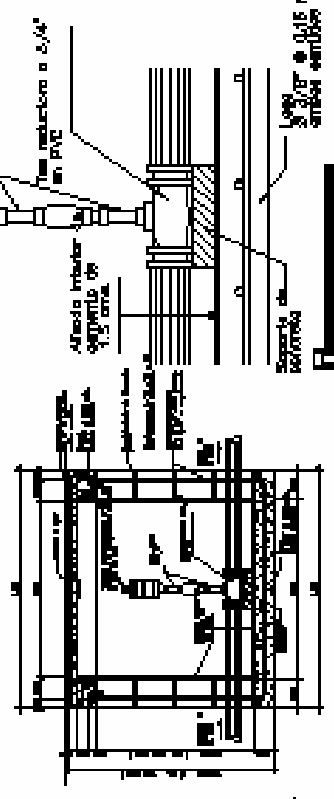
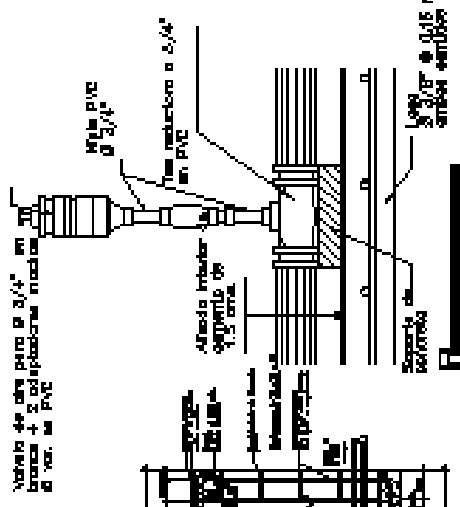
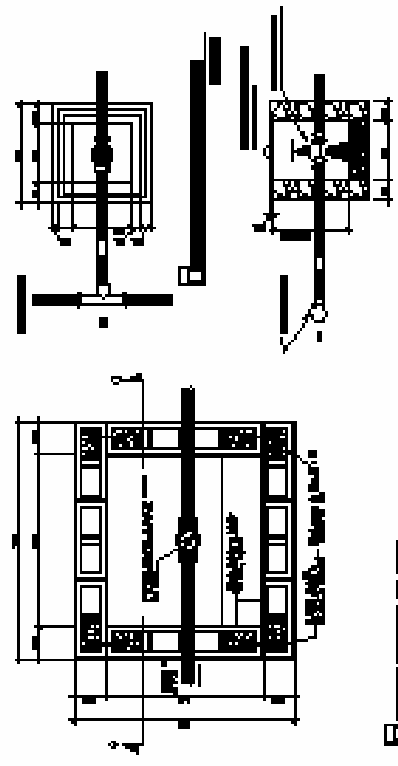


□ PLANTA DECAPTACIÓN TÍPICA

ESPECIFICACIONES:
 LA MUESTRA DE FIEBRE SE HA DE LA SIGUIENTE MANERA:
 25% DE MOETRO
 50% FIEBRE DE LA
 EL MOETRO SE HA DE LA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2
 CEMENTO YA SEA DE 200 ESPESOR DE 1:2
 EL CEMENTO SEA DE PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE 1:2:2
 CEMENTO, ARENA DE 50 Y FIEBRE DE 1 DECIMETRO.

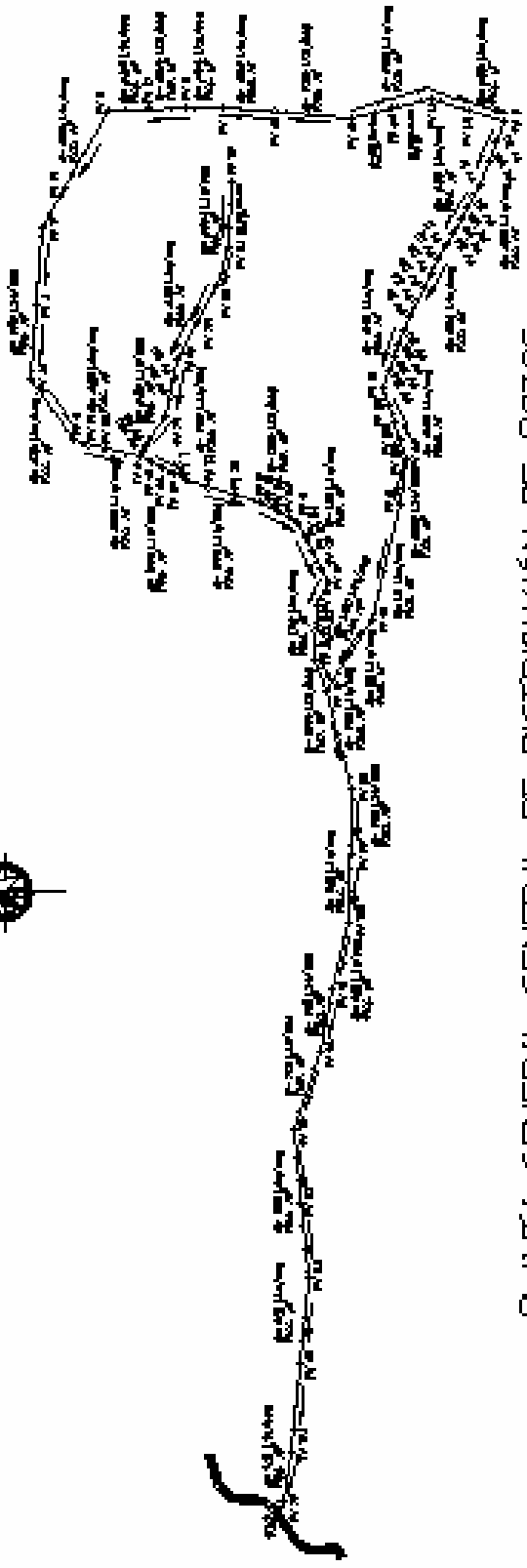


□ SECCIÓN A-A' DETALLE DECAPTACIÓN TÍPICA



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

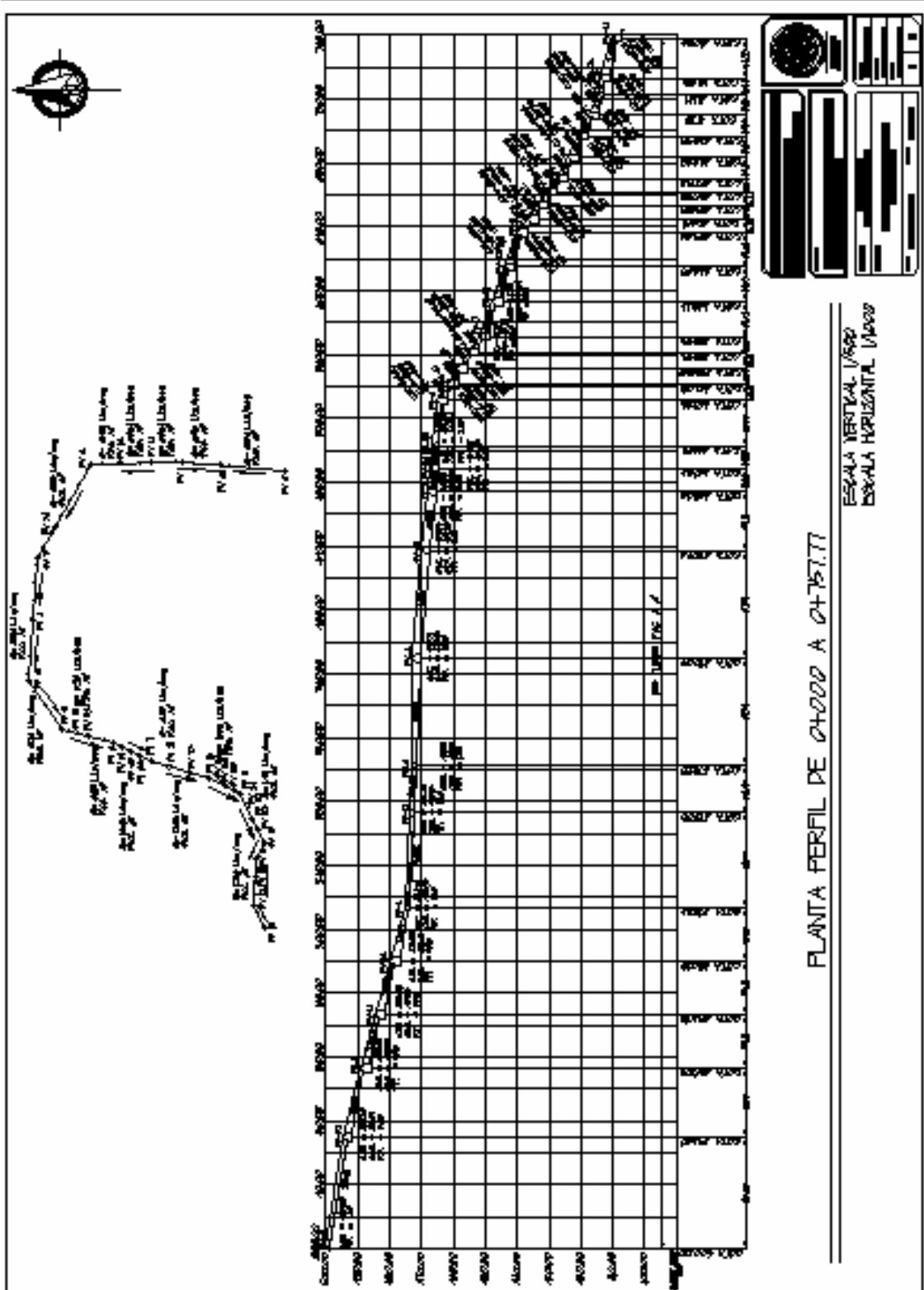
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



PLANTA GENERAL GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

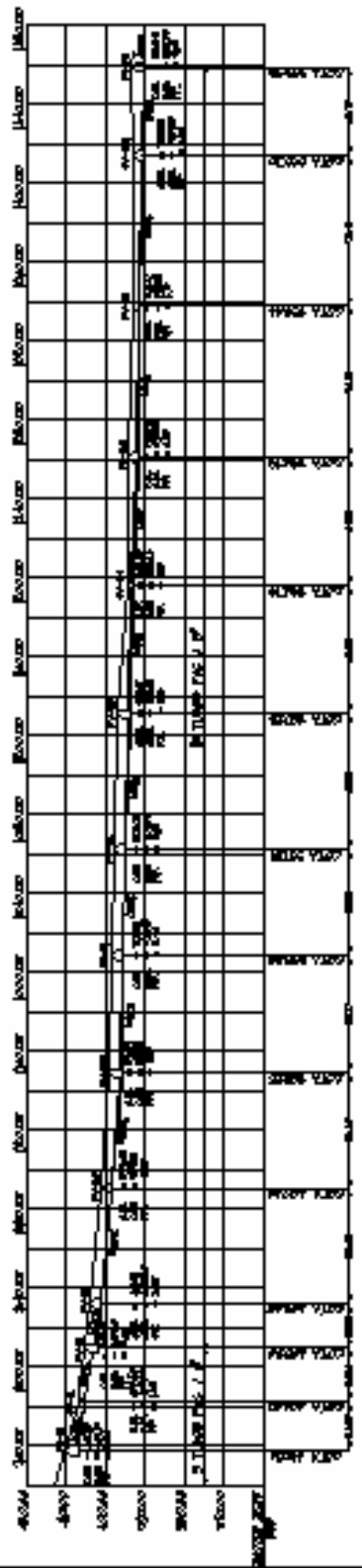
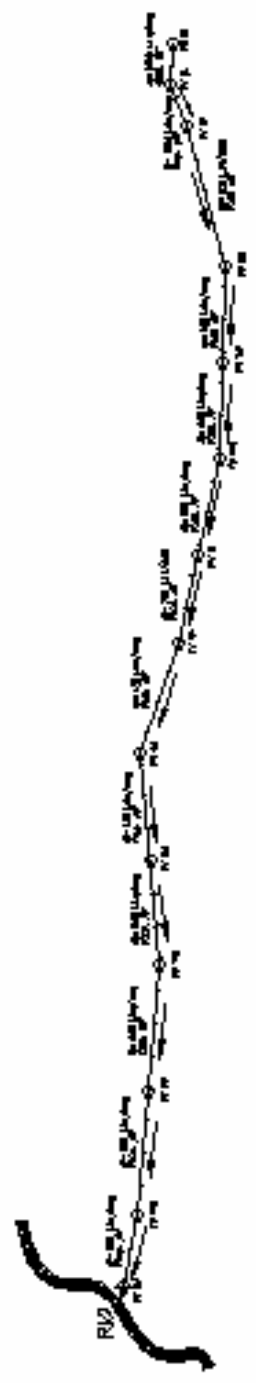
ESCALA 1:5000

This block contains a legend with several entries, each represented by a different line style or symbol. Above the legend is a circular emblem or logo. Below the legend, there is a title block with text and a scale indicator.



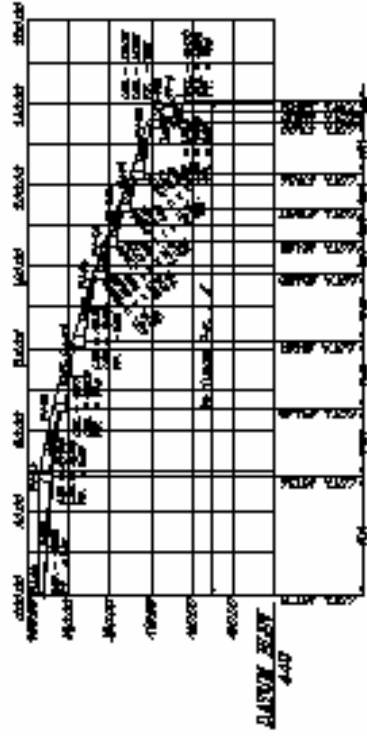
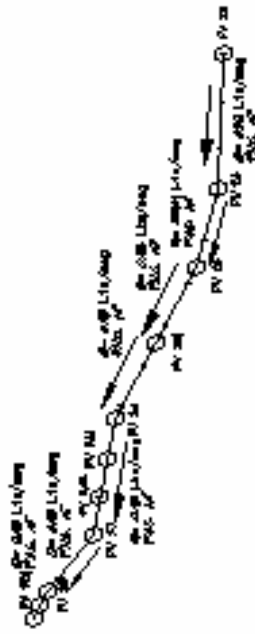
PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+757.77

ESCALA VERTICAL 1/500
ESCALA HORIZONTAL 1/1000



PLANTA PERFIL DE 4757.77 A 11458.80

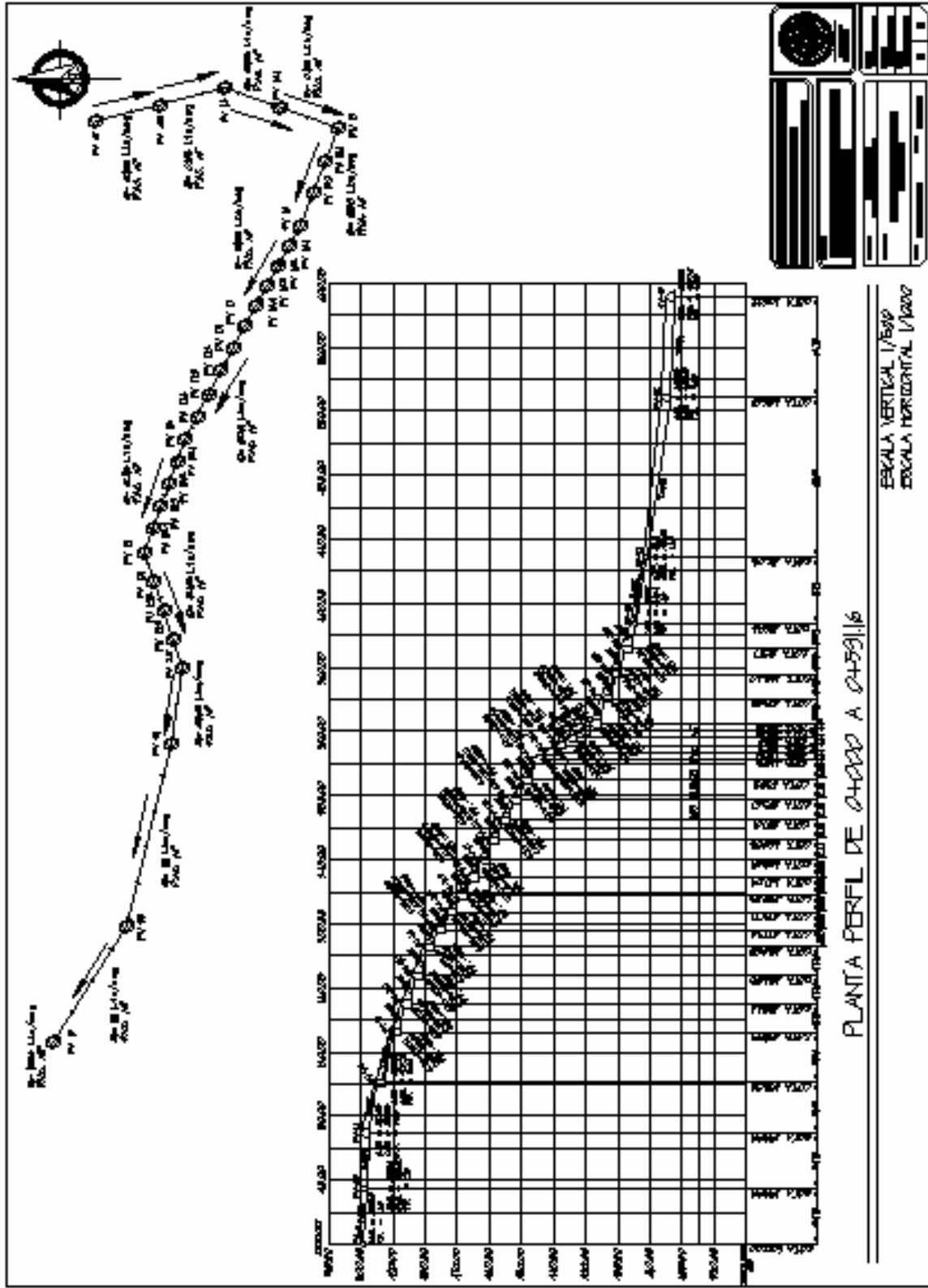
ESCALA VERTICAL 1/500
 ESCALA HORIZONTAL 1/800

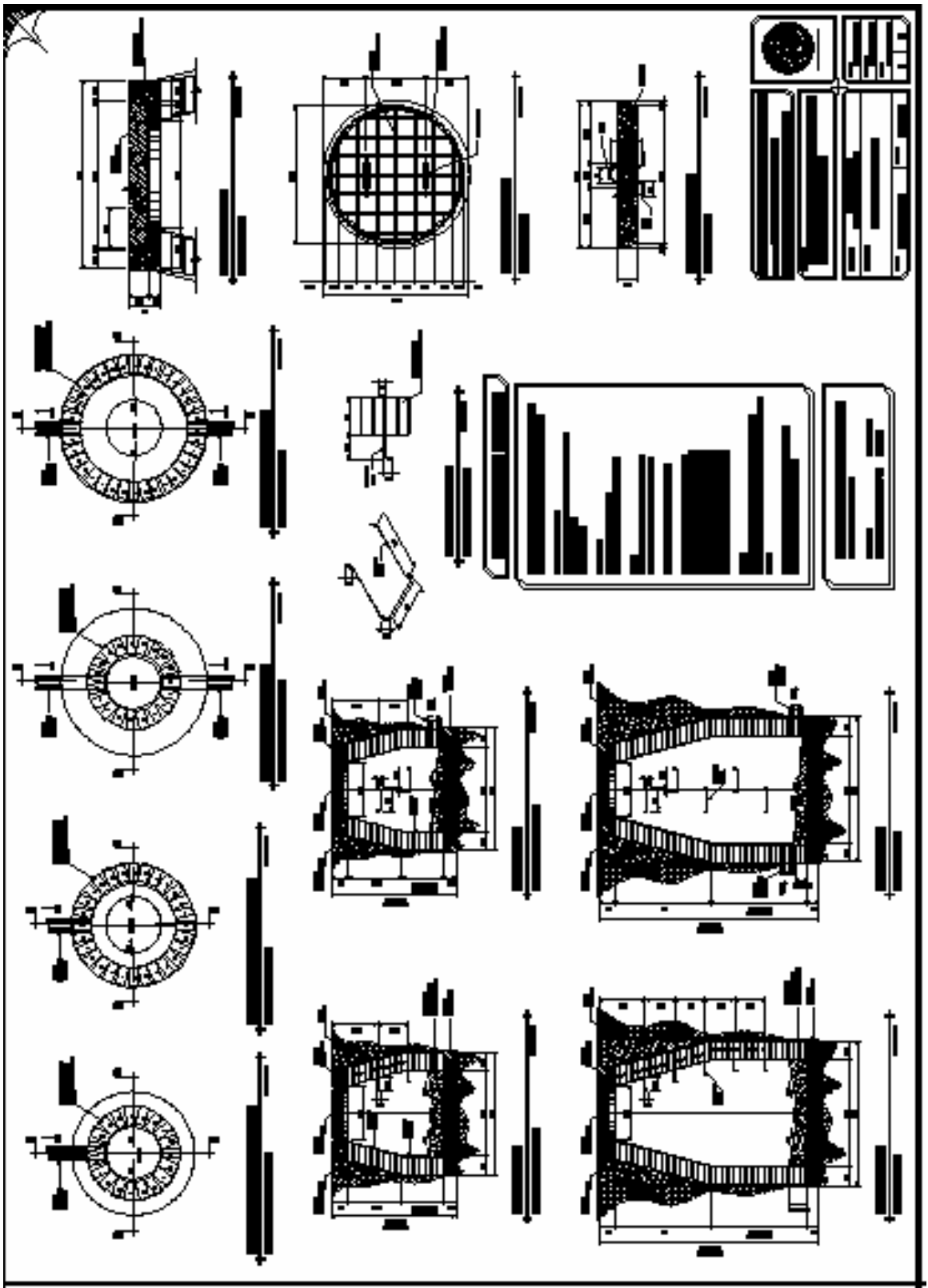


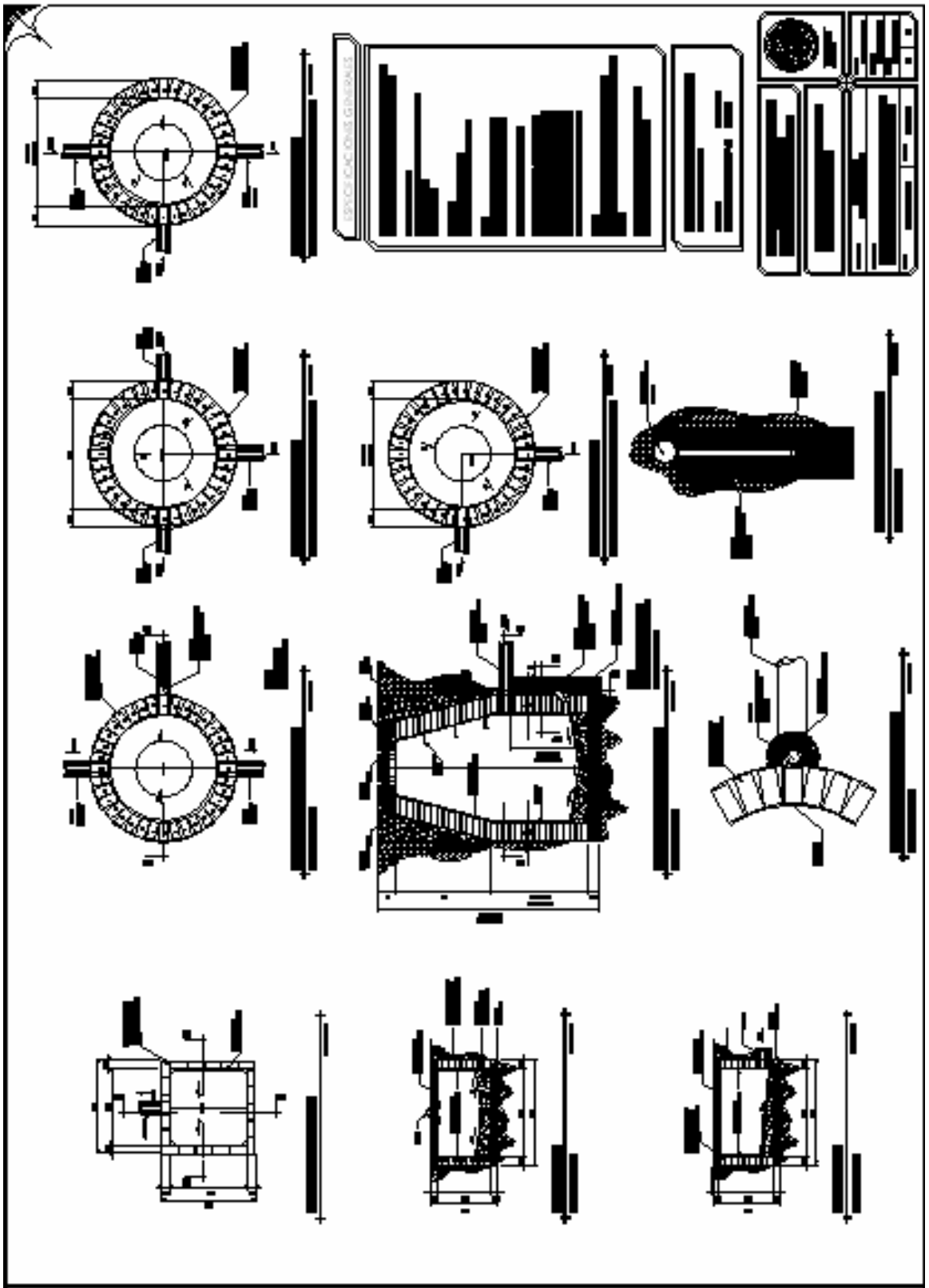
PLANTA PERFIL DE 0+000 A 0+241,24

ESCALA VERTICAL 1/500
ESCALA HORIZONTAL 1/1000



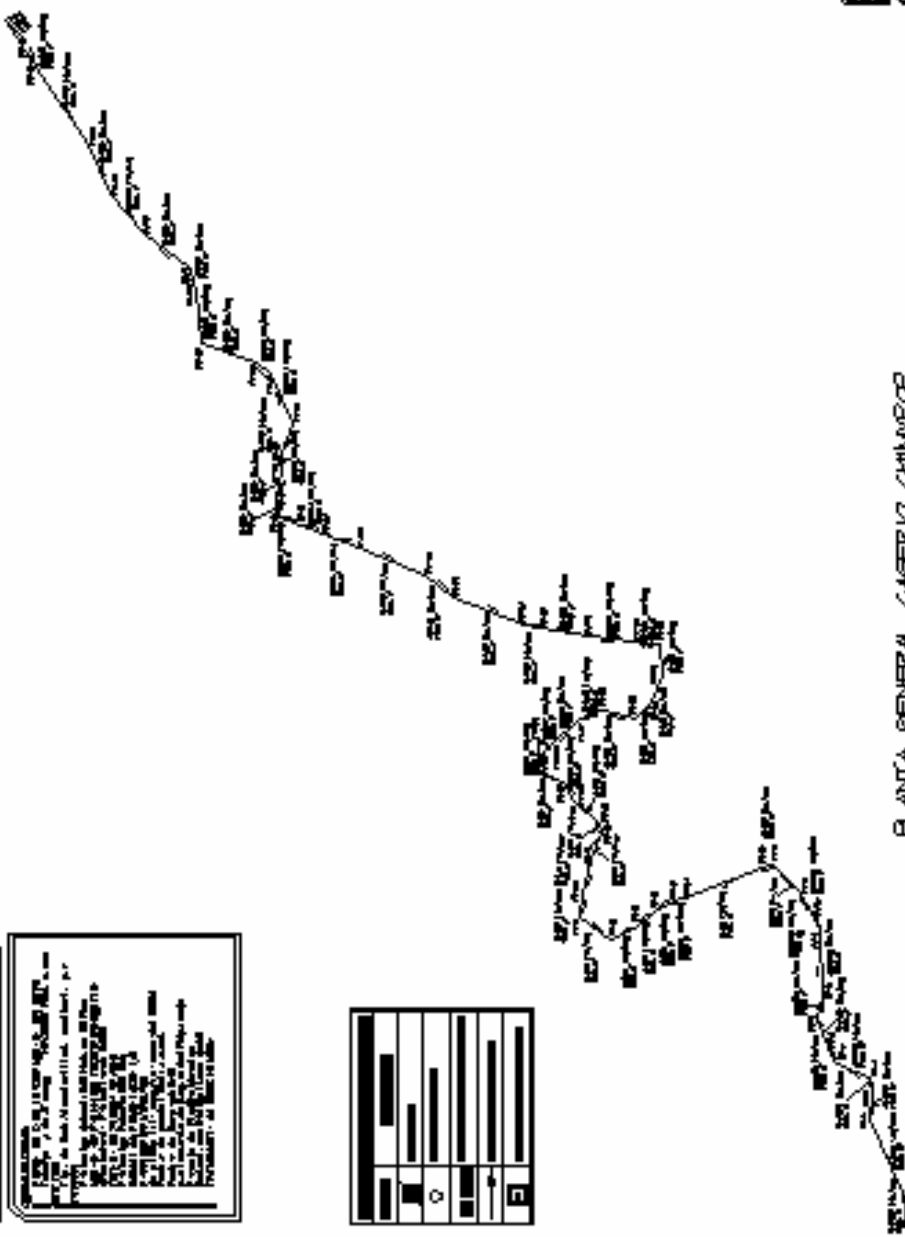






DEPARTAMENTO: TERNOS DE FERRÃO

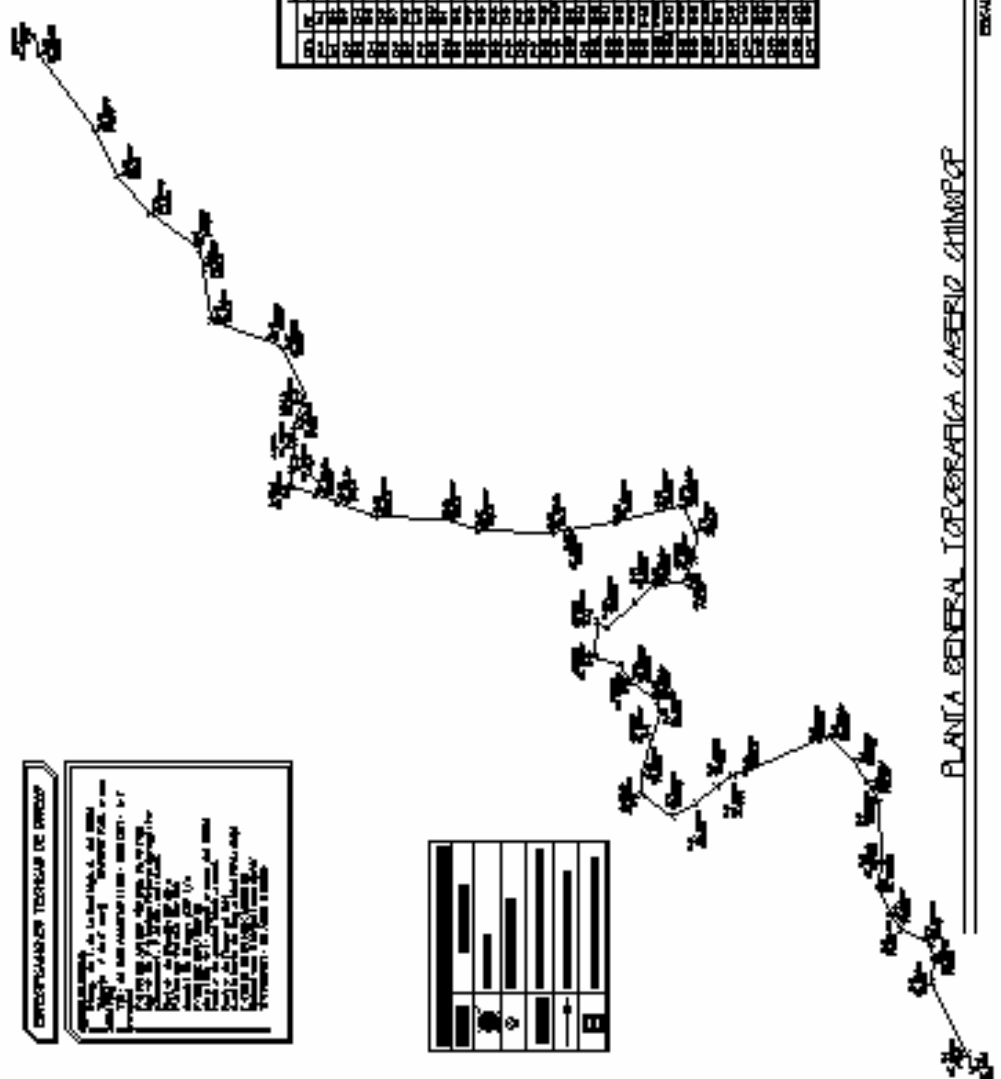
LOCALIZAÇÃO:
 Situa-se no município de TERNOS DE FERRÃO, no Estado de Pernambuco, a 120 km da capital pernambucana, Recife. O município é limitado ao norte pelo município de Igarassu, ao sul pelo município de Igarassu e ao oeste pelo município de Igarassu. O município possui uma área total de 1.200 km² e uma população de 12.000 habitantes.



PLANTA GERAL FAZENDA CABERIZ CHIMBORÉ

ESCALA 1:5000





ENTORNO A LAS TORRES DE BARRIO

El terreno que se muestra en este mapa es un terreno de tipo montañoso, con una gran variedad de tipos de vegetación, como: bosques, pastizales, etc. El clima es templado y húmedo, con una gran cantidad de precipitación durante todo el año. El relieve es montañoso, con una gran variedad de tipos de rocas, como: granito, basalto, etc. El suelo es fértil y rico en nutrientes, lo que permite el cultivo de una gran variedad de productos agrícolas. El agua es abundante y de buena calidad, lo que permite el desarrollo de una gran variedad de actividades económicas, como: agricultura, ganadería, etc.

	Ruta
	Rio
	Arroyo
	Línea de contorno
	Altura
	Casa

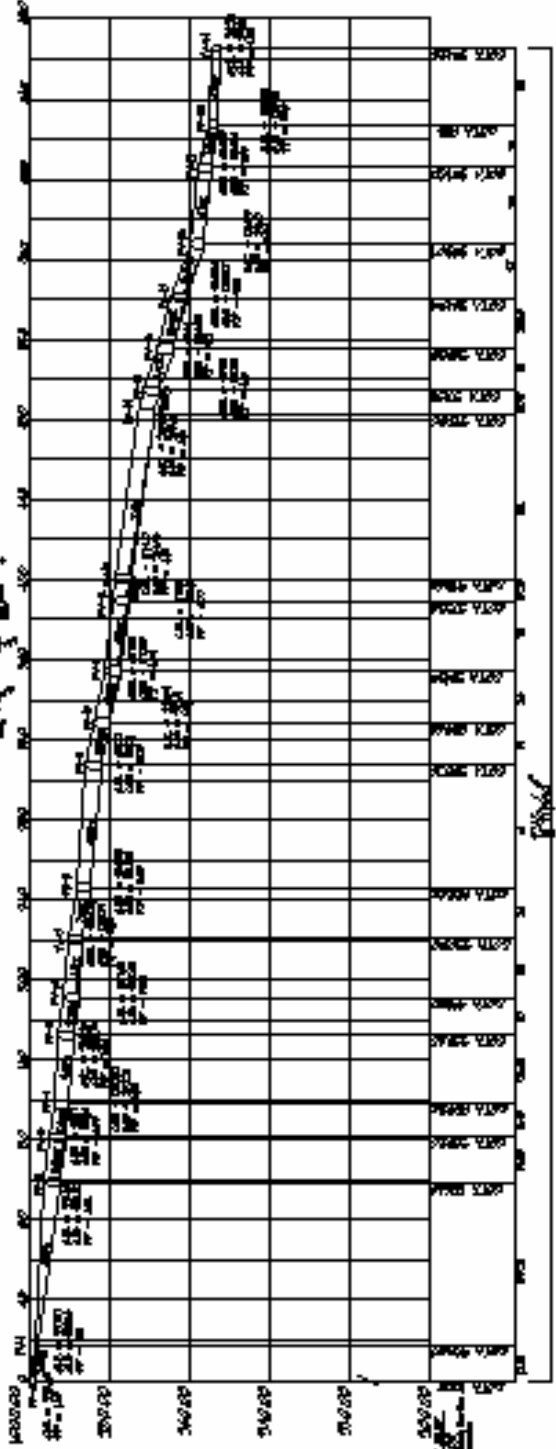
1000	950	900	850	800	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

1000	950	900	850	800	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



PLANTA GENERAL TOPOGRAFICA CASERIO CHIMBOR

ESCALA 1:5000



PLANTA PERFIL DE CHOD A CHAGABER
ANALIA MONTANA 2007
SERIAL 00000000000000000000



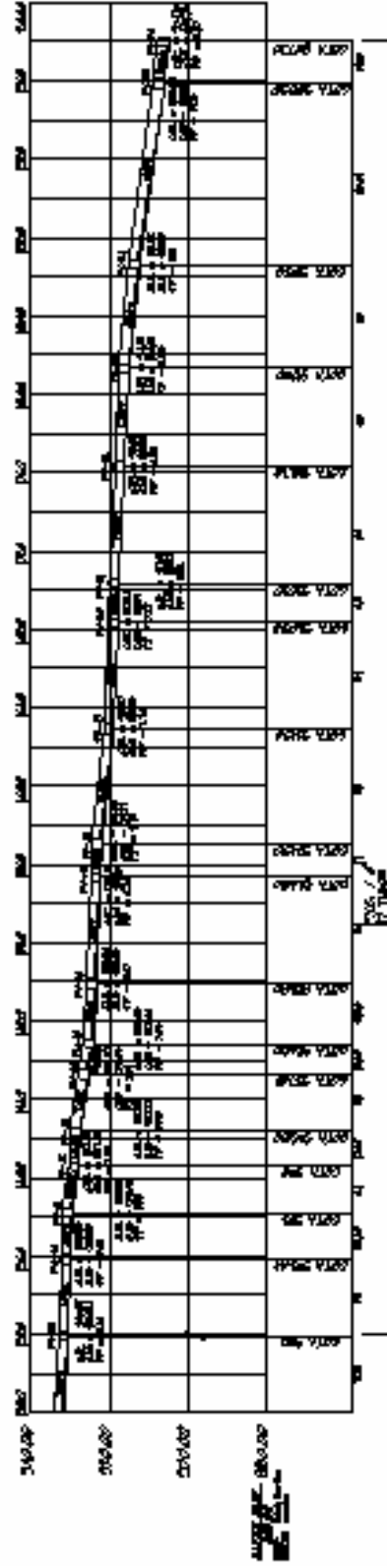
0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 1+000 1+100 1+200 1+300 1+400 1+500 1+600 1+700 1+800 1+900 2+000

0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000
0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000
0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000
0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000

0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 1+000 1+100 1+200 1+300 1+400 1+500 1+600 1+700 1+800 1+900 2+000

PAGE 7 OF 11

PLANTA PEREL DE 0+000.00 A +200.00
BANGSA MENTERAI SIKES
RUMAH SAKIT PEREL SIKES



ESCALA VERTICAL 1:100
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000

PLANTA PERFIL DE TUNELAS A H-200/25

